



XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

PLANEJAMENTO DO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DE UM MUNICÍPIO RIBEIRINHO NO PIAUÍ

*Bruna Peres Battemarco¹; Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira²; Osvaldo Moura Rezende³;
& Ana Caroline Pitzer Jacob⁴*

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. Este artigo tem o objetivo de apresentar o Planejamento do Manejo de Águas Pluviais do Município de Porto, PI, localizado às margens do baixo curso do rio Parnaíba, no âmbito de seu Plano Municipal de Saneamento Básico. Desta forma, o artigo contém o diagnóstico do município e a análise SWOT, para o reconhecimento das carências e problemas existentes que contribuíram para definir diretrizes e alternativas de atuação. Também são estabelecidos cenários futuros possíveis e desejáveis, servindo de referencial para a definição das metas e objetivos. São apresentadas 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 de programas e seu conjunto de ações.

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 Porto City, PI, located along the lower course of the river Parnaíba. 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 established, 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 presented.

Palavras-Chave – Plano Municipal de Saneamento Básico; Manejo de Águas Pluviais; Porto-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 – omrezende@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 – caroline@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 (PMSB) 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 e dos programas, ações e projetos necessários para atingir os objetivos e metas estabelecidos.

Neste contexto, o presente artigo tem o objetivo de apresentar o Planejamento do Manejo de Águas Pluviais do Município de Porto, PI, localizado às margens do baixo curso do rio Parnaíba, objeto de contrato de consultoria firmado entre a FUNPAPI e a AquaFluxus. O planejamento foi elaborado no âmbito do Plano Municipal de Saneamento Básico de Porto.

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 Porto, 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 relacionado a ações para controle de cheias e gestão da drenagem urbana.

O diagnóstico realizado por CPRM (2012) identificou seis setores de risco alto no município, enquadrados como risco de enchentes e inundações, apresentados na Figura 1



Figura 1 - Setores de risco de inundações no município de Porto (Fonte: CPRM, 2012)

A visita técnica realizada pela AquaFluxus, em agosto de 2015, às áreas indicadas como mais susceptíveis aos problemas de inundações, identificou que há duas fontes de perigo para o município de Porto, conforme indicação do estudo da CPRM. Uma é a inundação gradual do rio Parnaíba e a outra é a inundação ocasionada por chuvas intensas.

A fim de definir um planejamento estratégico que buscasse superar as fraquezas e aumentar a resiliência frente às ameaças externas, identificando os pontos fortes a explorar e os pontos a serem trabalhados na gestão do Manejo de Águas Pluviais de Porto, foi realizada a análise SWOT (HUMPHREY, 2005) do município, apresentada no Quadro 1. A análise teve como base informações de FUNPAPI (2015), CPRM (2012) e da visita técnica realizada em agosto de 2015 pela AquaFluxus, FUNPAPI e técnicos da Prefeitura Municipal de Porto.

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

Forças	Fraquezas
<p>Existência de um rio com capacidade para recebimento das águas drenadas; Obras de infraestrutura urbana com verba do Ministério das Cidades; Verba do Plano Plurianual da Prefeitura de Porto destinada à manutenção e ampliação dos serviços de drenagem urbana (2014-2017); Existência de lagoa funcionando como reservatório de detenção, com estrutura de controle na saída.</p>	<p>Ausência de um setor responsável pelo controle de cheias e gestão da drenagem urbana; Obstrução das redes de drenagem por resíduos sólidos e sedimentos; 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; Orçamento municipal reduzido; Pessoas residindo em áreas de risco, ocupação desordenada das planícies de inundação; Problemas com alagamentos e inundações; Falta de um sistema de macrodrenagem; Faltam dispositivos para escoamento das águas pluviais; Inexistência de Plano Diretor; 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; Intensificação dos processos erosivos, devido à falta de drenagem pluvial; Ausência de fiscalização para garantir o cumprimento de leis e normas já regulamentadas (ocupação em APP, índice de impermeabilização de lotes, implantação de dispositivos de uso de águas de chuva, etc.); Lançamentos de águas pluviais sem dissipação de energia provocando erosão; Ausência de planos de contingência e emergência; Ineficiência hidráulica de alguns dispositivos de drenagem.</p>
Oportunidades	Ameaças
<p>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.</p>	<p>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; Crescimento da zona urbana – êxodo rural; 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.</p>

Com base nas informações obtidas no diagnóstico e no resultado da análise SWOT de Porto, foram definidos os cenários a serem estudados para a escolha do cenário de referência, nos quais

sejam pautadas as metas e objetivos do município. Os cenários propostos para o sistema de manejo de águas pluviais 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 de gestão de risco de inundações.	Programa implementado	Programa implementado	Programa não implementado
Implantação de rede urbana de microdrenagem.	100% da área urbana	100% da área urbana	Não implementado
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) em pontos de interseção de vias e cursos d'água	100% dos dispositivos instalados	100% dos dispositivos instalados	Nenhum dispositivo instalado
Projeto de otimização do açude do Igarapé para controle de inundações.	Estudo realizado	Estudo realizado	Estudo não realizado

Para elaboração do prognóstico, foi considerado o cenário FACTÍVEL como Cenário de Referência, por se tratar de um cenário possível de ser alcançado, tanto tecnicamente quanto economicamente. Com a sua escolha, prosseguiu-se para a identificação das necessidades futuras de ampliação dos componentes do sistema de drenagem urbana. Para isso, foram utilizados dados associados à estimativa de evolução da população e da urbanização, tendo como referência a extensão de vias existentes na sede urbana do município de Porto, associada a uma densidade máxima de domicílios por metro de vias. O Quadro 3 apresenta a projeção de demandas.

Quadro 3 - Projeção de demandas do serviço de microdrenagem

Período	População (hab.)	Nº de residências	Extensão das vias (m)	Demanda (m)	Rede implantada no período (m)	Total de rede implantada (m)	Atendimento (%)
Atual	7.503	1.854	25.394	25.394	0	0	0
2016-2020	8.085	1.997	25.394	15.236	10.158	10.158	40
2021-2025	8.712	2.152	25.394	0	15.236	25.394	100
2026-2035	10.115	2.499	28.398	3.004	3.004	28.398	100

*OBS1: A população indicada para o ano de 2015, retirada do relatório da FUNPAPI, corresponde à população residente na área urbana no ano de 2010, segundo os dados do Censo Demográfico de 2010 do IBGE.

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 Porto, 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 de gestão de risco de inundações.	Tem como primeiro objetivo a relocação de moradores dos setores identificados como sendo de alto risco pela CPRM. Para evitar o reestabelecimento dessas áreas, também é atribuição deste programa a fiscalização e controle de novas ocupações. Sabendo-se que há uma tendência à expansão urbana observada no diagnóstico citado e o retorno, no período pós-cheia, dos moradores retirados destes locais, foi proposto a implementação do programa a curto prazo.
Implantação de rede urbana de microdrenagem.	Visa reestruturar todo o sistema de microdrenagem da área urbana do município de Porto. São metas do cenário de referência que, no horizonte de curto prazo, seja feito o cadastramento de todas as ruas da região urbana e seja implantada a rede de microdrenagem em 40% de todas as vias levantadas. A médio prazo é proposta a implantação de 100% de rede de microdrenagem sobre o total de ruas urbanas e a longo prazo a implantação das redes deverá acompanhar a expansão da área urbana, com crescimento de vias.
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) em pontos de interseção de vias e cursos d'água	Esta meta propõe, para o horizonte de médio prazo, que todos os dispositivos de passagem devem estar implantados ou readequados. Dispositivos prioritários, porém, que apresentam relativa importância para a população e para o município, devem ser planejados para atender a população em curto prazo.
Projeto de otimização do açude do Igarapé para controle de inundações.	Na primeira etapa, que contempla a fase de estudos, será analisado o potencial do açude em mitigar problemas relacionados a alagamentos. Esta etapa deverá ser cumprida a curto prazo. Já a segunda, contempla obras de adaptação no açude, de forma a otimizar o reservatório para o controle de inundações, caso a primeira etapa assim o indique. Esta etapa deverá ser cumprida a médio prazo.

3 – INDICADORES DE AVALIAÇÃO

Como forma de avaliar periodicamente os serviços de manejo das águas pluviais e de drenagem urbana, bem como o atendimento das metas, foram propostos oito indicadores, apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Indicadores para avaliação do atendimento das metas

I ₁	Existência do órgão responsável pelos serviços de drenagem.	Não existe órgão responsável definido	0
		Existe órgão responsável definido	1
I ₂	Existência de manual de drenagem.	Não existe manual de drenagem implementado	0
		Existe manual de drenagem implementado	1
I ₃	Existência de programa de gestão de risco de inundações.	Não existe programa implementado	0
		Existe programa implementado	1
I ₄	Índice de Adequação da Microdrenagem.	Cálculo do indicador apresentado na observação 1.	0 a 1
I ₅	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
I ₆	Avaliação hidráulica dos bueiros existentes.	Avaliação não realizada	0
		Avaliação realizada	1
I ₇	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
I ₈	Fase do projeto de otimização do açude do Igarapé para controle de inundações.	Projeto em fase inicial ou não iniciado	0
		Fase de estudos concluída	0,5
		Fase final do projeto concluída	1

3.1 - Índice de Adequação da Microdrenagem

O I_4 , apresentado na equação 1, avalia os serviços de microdrenagem urbana.

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

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 - Indicador de implantação ou readequação de dispositivos de passagem

O I_7 (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 – N° total de dispositivos de passagem implantados; P_i – N° de pontos de interseção de vias e cursos d'água com necessidade de implantação de dispositivos de passagem; P_r – N° de pontos em que foi constatada a necessidade de readequação dos dispositivos de passagem.

4 - DIRETRIZES PARA O MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O município de Porto, por se localizar na planície de inundação do rio Paraíba, torna a implantação de reservatórios de detenção em lotes pouco efetiva para o controle das inundações, além de reduzir a eficiência de medidas de infiltração. Apesar disso, a adoção dessas estruturas, associadas ao aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis, foi indicada para todas as regiões do município.

Indicou-se a delimitação de área de preservação permanente, permitindo o extravasamento de água da calha principal do córrego, nos locais onde houver espaço suficiente nas margens do talvegue.

Como forma de mitigar os impactos oriundos dos alagamentos por cheias do rio Paraíba, foi indicado um conjunto de medidas não estruturais. Uma dessas medidas é a implantação de parque urbano linear, em toda a extensão do limite entre solo urbano e área de proteção. Nas regiões de risco com ocupação consolidada, devem ser previstas áreas para implantação de reservatório-pulmão.

Para as demais áreas de risco apontadas pela CPRM (2012), foi indicada a implantação de corredor verde ao longo dos talvegues principais, com previsão de parque urbano inundável, e a readequação das estruturas de drenagem que apresentam insuficiência hidráulica. Na Figura 2, é apresentada a concepção de solução a ser adotada para redução dos riscos de inundação.

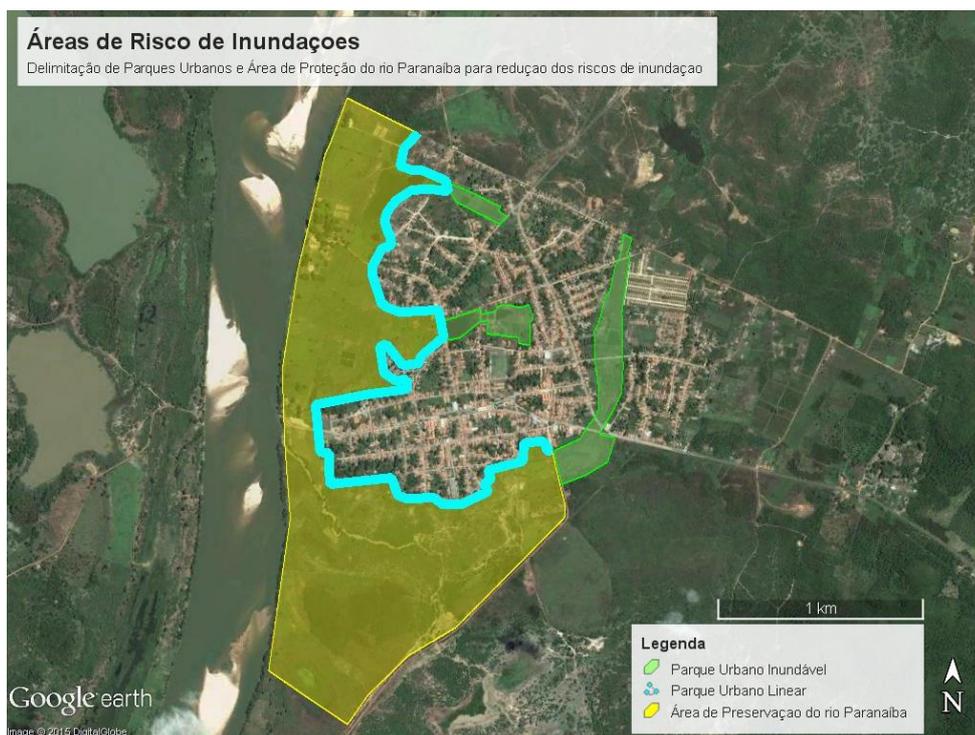


Figura 2 - Concepção das soluções para tratamento das áreas com risco de inundação

4.1 - Previsão de Eventos de Emergência e Contingência

Foi observada a importância de Porto possuir um Plano de Emergência para o setor de manejo de águas pluviais (apresentado no Quadro 8), que deve conter as características das áreas sujeitas a riscos e as ações necessárias às respostas de controle e combate às ocorrências anormais.

Quadro 8 - 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.	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.	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.
		Comunicação à Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Secretarias Municipais de Planejamento, Obras, Meio Ambiente para verificar os danos e riscos à população; Alerta à população; Paralisação parcial do abastecimento de energia elétrica nas áreas inundadas; Remoção de pessoas e isolamento das zonas críticas; Preparação de locais para abrigo temporário da população atingida; Provisão de recursos básicos necessários à sobrevivência da população atingida e recepção de doativos.	Zoneamento das áreas de inundação, evitando a ocupação de novas áreas de risco; Implantação de um sistema de alerta de cheias; Fiscalização; Limpeza e desassoreamento do rio Parnaíba.
Precipitações intensas e constantes na bacia do rio Parnaíba; Ocupação das planícies de inundação; Impermeabilização de áreas significativas da bacia, favorecendo o escoamento superficial; Remoção da cobertura vegetal nas Áreas de Preservação Permanente – APP; Deficiência da capacidade de escoamento do curso d'água; Assoreamento do rio Parnaíba; Estrangulamento do curso d'água por estruturas de travessias existentes.	Inundação Gradual do rio Parnaíba	Comunicação à Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Secretarias Municipais de Planejamento, Obras, Meio Ambiente para verificar os danos e riscos à população; Alerta à população; Paralisação parcial do abastecimento de energia elétrica nas áreas inundadas; Remoção de pessoas e isolamento das zonas críticas; Preparação de locais para abrigo temporário da população atingida; Provisão de recursos básicos necessários à sobrevivência da população atingida e recepção de doativos	Mapeamento das áreas de risco, restringindo novas ocupações e realocando a população; Utilização de técnicas compensatórias que favoreçam a infiltração da água no solo e reduzam o volume de água pluvial lançado na rede de drenagem; Implantação de corredores verdes e reservatórios de detenção; Fiscalização; Limpeza e desassoreamento dos córregos; Sensibilização da comunidade através de iniciativas de educação ambiental.
		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 da boca de lobo; Sensibilização da comunidade através de iniciativas de educação, evitando o lançamento de lixo nas vias públicas e captações.
Ausência de pavimentação e drenagem de vias na zona rural provocando erosão e carreamento de sedimentos para os cursos d'água; Lançamento de resíduos na rede de drenagem pluvial; Rompimento de tubulação do sistema de esgotamento sanitário; Acidente ambiental com lançamento de contaminantes na rede pluvial; Interligação clandestina de esgoto nas galerias de microdrenagem.	Contaminação dos cursos d'água	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.

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 e compatibilizando o PMSB ao Plano

Plurianual do Município de Porto, foram determinados quatro programas, apresentados na Figura 3 com suas respectivas ações.

Para hierarquizar os programas e direcionar recursos e mão de obra, foram determinados 4 níveis de prioridade, sendo a *Prioridade 1* mais prioritária que a *Prioridade 4*. Para ilustrar a emergência das ações, foi também estabelecido um segundo nível de prioridade, sendo a *Prioridade 2.1* mais emergencial que a *Prioridade 2.3*.

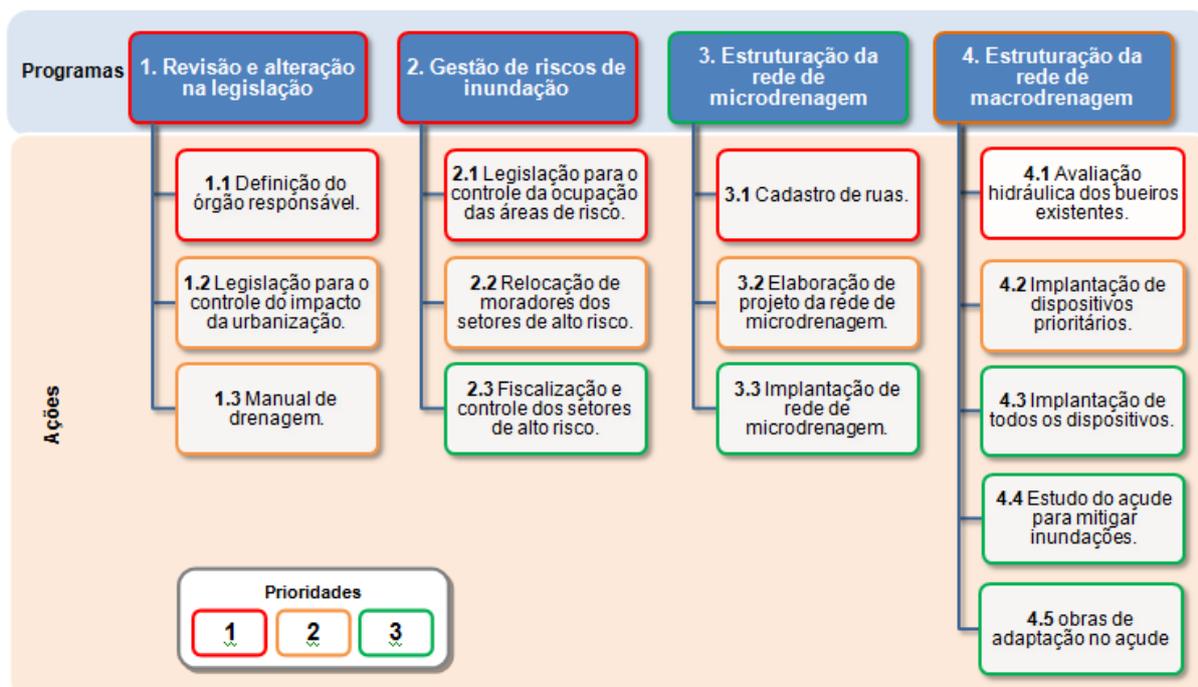


Figura 3 - Programas e Ações para o Manejo das Águas Pluviais em Porto-PI

6 – CONCLUSÃO

O planejamento apresentado neste artigo teve como objetivo avaliar a atual situação do município de Porto, 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. Desta forma, torna-se possível minimizar as deficiências do município no âmbito do manejo de águas pluviais.

Como apresentado, uma particularidade do município de Porto é a sua localização na planície de inundação do rio Parnaíba. Esta característica, marcante devido ao risco de inundações associado, norteou o Plano de Emergência e Contingência do município, além da criação de um programa específico para a gestão de risco.

Vale ressaltar que, anterior à implantação dos programas e das medidas propostas, devem ser realizados estudos técnicos especializados, considerando as características do município, a fim de que seja feito o dimensionamento adequado. Além disso, é de extrema importância a aplicação de leis que buscam reduzir os riscos à população, e sua devida fiscalização.

AGRADECIMENTOS

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

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.

CPRM (2012). *Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa em Porto (PI)*. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2012.

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 (2015). *Plano Municipal de Saneamento Básico de Porto – PI: Diagnóstico Geral dos Serviços de Saneamento Básico*. Prefeitura Municipal de Porto. Porto, PI, 2015.

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

IBGE (2010). *Censo Demográfico – 2010*. Disponível em http://www.ibge.gov.br/estatistica/populacao/default_censo_2010.shtm. Acessado em setembro de 2015.

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.*