

INDICADORES DE FRAGILIDADE DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA: ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO UNA – PA

URBAN DRAINAGE FRAGILITY INDICATORS: STUDY OF THE UNA HYDROGRAPHIC BOWL – PA

Andressa Hilana Pereira Mercês Da Silva

Especialista em Geografia e Meio Ambiente (UFPA). Engenheira Sanitarista e Ambiental (UFPA). Belém, Pará, Brasil. andressa_hilana@hotmail.com

Ana Valéria dos Reis Pinheiro

Doutora em Geologia e Geoquímica pela Universidade Federal do Pará. Professor Associado 1 da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA). Marabá, Pará, Brasil. valeria.pinheiro@unifesspa.edu.br

RESUMO

Os sistemas de manejo e drenagem de águas pluviais constituem parte importante no que tange à salubridade ambiental. Este estudo apresenta o diagnóstico do sistema de drenagem urbana da bacia hidrográfica do Una (Belém-PA). Para isto, foram aplicados Indicadores de Fragilidade do Sistema-IFS, com intuito de identificar os fatores que interferem no sistema de drenagem pluvial urbano bem como seu grau de fragilidade. Mediante visitas *in loco*, nos quais se manifesta o mau funcionamento do sistema, denominados de Pontos de Estudo - PE identificou-se processos de assoreamento, eutrofização, interações negativas dos sistemas de drenagem com efluentes domésticos, resíduos sólidos, dentre outros. Os valores obtidos de IFS expressam de maneira sucinta os problemas encontrados em toda grande Belém, classificando a bacia hidrográfica do Una com Médio grau de fragilidade.

Palavras-Chave: IFS; Saneamento; Drenagem; Belém-PA.

ABSTRACT

Rainwater management and drainage systems are an important part of environmental sanitation. This study presents the diagnosis of the urban drainage system of the Una basin (Belém-PA). For this, IFS-System Fragility Indicators were applied in order to identify the factors that interfere in the urban storm drainage system as well as its degree of fragility. By means of on-site visits at sites that manifest the malfunctioning of the system called Study Points - PE, we identified processes of sedimentation, eutrophication, negative interactions of drainage systems with domestic effluents, solid waste, among others. The values obtained from IFS are expressed in order to be successful in the whole of Greater Belém, classifying the watershed of Una with degree of fragility.

Key words: IFS; Sanitation; Drainage; Belém-PA.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem apresentado um crescimento acelerado no que tange à urbanização e crescimento populacional, contudo, a constituição das cidades se dá de forma desordenada, e as obras de saneamento básico não atendem satisfatoriamente a esse crescimento. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE a maior carência do país na área de serviços públicos e infraestruturais, continua a ser em saneamento básico.

O conceito de saneamento tem se modificado de acordo com o desenvolvimento da sociedade, e vem sendo entendido como um conjunto de condições essenciais da salubridade ambiental dos habitats humanos e dos aglomerados urbanos englobando ações relacionadas ao abastecimento de água potável, à coleta, ao tratamento e à disposição final dos esgotos e dos resíduos sólidos, à limpeza urbana, à drenagem e manejo das águas pluviais, e ao controle de pragas e dos vetores transmissores e reservatórios de doenças. As diretrizes para o saneamento básico estão instituídas no art. 3º da Lei 11.445/2007 e o Decreto 7.217/2010 que estabelece normas e regulamenta esta lei.

Dentre os serviços de saneamento citados, a drenagem e manejo de águas pluviais urbanas são de grande importância, sendo constituído de micro e macrodrenagem, que em sua essência tem a função de coleta e escoamento rápido das águas das chuvas para locais adequados, evitando a formação de empoçamentos, alagamentos e proliferação de vetores causadores de algumas doenças de veiculação hídrica, como a dengue, febre amarela, a malária e a leishmaniose.

Assim como em outras cidades das regiões norte e nordeste, a Grande Belém apresenta algumas falhas nos sistemas de drenagem urbana, que possuem uma particularidade em relação aos outros serviços de saneamento básico, visto que o escoamento das águas precipitadas sempre ocorrerá independente da existência de um sistema adequado.

O presente estudo tem como objetivo, identificar os possíveis problemas existentes no sistema de drenagem urbana da cidade de Belém, especificamente na bacia hidrográfica do Una visto que para Bastos *et al* (2002) a

cidade de Belém tem em sua característica temperaturas sempre altas, forte convecção, ar instável e alta umidade do ar favorecendo a formação de nuvens convectivas, dando origem a uma grande incidência de precipitação na forma de pancadas, principalmente à tarde, situação característica de regime de chuva do tipo continental.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho teve como princípio a pesquisa bibliográfica a cerca da temática de estudo de Drenagem Urbana bem como o levantamento de dados referentes aos índices de serviços públicos ofertados à cidade de Belém no IBGE e SNIS. Além de visitas técnicas nos principais bairros que compõem a bacia hidrográfica do Una com intuito de se realizar registro fotográfico e de se fazer verificação das condições dos dispositivos de drenagem.

De posse dos dados coletados, foram realizadas análises através do método qualitativo sendo pontuados os principais problemas observados. Para diagnóstico de drenagem urbana neste estudo foi aplicada a metodologia desenvolvida por Bruno Jardim da Silva e outros (UFBA) na Elaboração do Componente Drenagem do Plano Municipal de Saneamento Ambiental do Município de Alagoinhas – BA, que permite a obtenção de Indicadores de Fragilidade do Sistema (IFS), compostos de indicadores de natureza tecnológica, ambiental e institucional, permitindo um enfoque ambiental aos sistemas de drenagem.

A elaboração do diagnóstico se dá a partir da definição de Fatores Intervenientes e dos IFS, sendo realizada uma abordagem mais geral e em seguida análise dos Pontos de Estudo - PE, nos locais os quais se manifesta o mau funcionamento do sistema. O PE recebe um indicador que caracteriza o somatório das importâncias dos IFS denominado de Índice Geral de Fragilidade - IGF. O sistema de pontuação permite estabelecer a hierarquização dos principais problemas. Para obtenção do IGF foram atribuídos pesos para os problemas encontrados.

A Tabela 1 mostra os fatores que interferem na fragilidade do sistema de drenagem pluvial urbano. Enquanto que a Tabela 2 mostra os indicadores de fragilidade e a abordagem que deve ser aplicada segundo Silva *et al.* (2004).

Tabela 1 – Fatores que afetam o sistema de drenagem, adaptado de Silva *et al.* (2004).

Natureza	Fatores	Abordagem
Climatológico	Regime de Chuvas Intensas	Representatividade da equação intensidade X duração X frequência
	Arranjo do traçado urbano	Interação com a topografia Respeito ao sistema natural de drenagem
Ambiental	Usos do solo	Nível de impermeabilização dos terrenos Erodibilidade dos terrenos Ocupação marginal dos corpos receptores
	Padrões de conforto das vias	De pedestres De grande fluxo de veículos e de pedestres De grande fluxo de veículos e baixo fluxo de pedestres De médio movimento De acesso local
	Interação com demais equipamentos de saneamento urbano	Lançamento de efluentes domésticos na rede Lançamento de outros efluentes na rede Deposição de lixo nas galerias e canais Dispersão de sedimentos nas vias
	Estruturas de drenagem de micro	Dimensão dos dispositivos hidráulicos Padrão construtivo Adequação do conjunto de dispositivos Manutenção e conservação dos dispositivos
Tecnológico	Estruturas de drenagem de macro	Dimensão dos dispositivos hidráulicos Padrão construtivo Adequação do conjunto de dispositivos Manutenção e conservação dos dispositivos
	Aspectos gerenciais	Interatividade dos componentes Aporte financeiro no orçamento Recursos humanos Planejamento das ações e estudos existentes
Institucional	Aspectos legais	Existência de normas e outros instrumentos Aplicação dos dispositivos

Tabela 2 – Indicadores de Fragilidade de Sistema (IFS), adaptado de Silva *et al.* (2004).

Natureza	Indicadores
Tecnológico	Ineficiência do escoamento nas vias
	Ineficiência dos dispositivos de coleta
	Ineficiência da capacidade de transporte dos condutos
	Demanda de soluções de maior custo
	Redução da vida útil dos equipamentos
	Redução da vida útil dos pavimentos
Ambiental	Degradação física dos terrenos
	Instabilidade estrutural dos terrenos adjacentes às galerias
	Favorecimento da produção de sedimentos
	Diminuição da recorrência das cheias mais significativas
	Restrição à implantação de áreas de inundação
	Interferência inadequada no trânsito de veículos
	Interferência inadequada no movimento de pedestres
	Ocorrência de alagamentos
	Contaminação do corpo receptor
	Potencialização do aumento dos índices de insalubridade da população marginal ao corpo receptor
	Deposição de sedimentos nas vias públicas
Assoreamento do corpo receptor	
Institucional	Elevação dos gastos com manutenção dos equipamentos
	Elevação dos gastos com conservação
	Aumento da demanda de recursos financeiros para implantação de obras
	Perda de credibilidade da administração pública
	Desgaste das relações inter-institucionais
	Ineficiência operacional
	Perda de oportunidade de arrecadação financeira
Deterioração da possibilidade de aplicação de recursos legais e normativos	

Para a manifestação dos indicadores de fragilidade foram adotados os valores fixados por Santos Júnior (2013), divididos em graus de fragilidade e intervalos, observado na Tabela 3. O Índice Geral de Fragilidade – IGF se deu pela soma dos pesos atribuídos em função da manifestação de todos os indicadores em cada PE. Os valores do IGF variam entre 0 a 130 com os respectivos intervalos de fragilidade: muito baixa, baixa, média, forte e muito forte. Quanto mais alto for o valor do IGF mais sério será o problema da área analisada. De acordo com a Tabela 4.

Tabela 3 – Valores da manifestação dos indicadores.

Valores (Pesos)	Intervalos de Manifestação do Indicador
0	Indicador Inexistência no PE
1	Presente, sem agravante (100%)
2	Pouco agravante (75%)
3	Média (50%)
4	Moderada (25%)
5	Ausente, muito agravante (0%)

Tabela 4 – Graus e intervalos de fragilidade.

Graus de fragilidade	Intervalos (IGF)
Muito baixa	0 a 26
Baixa	26 a 52
Média	52 a 78
Forte	78 a 104
Muito forte	104 a 130

Em sequência foram feitas algumas propostas de possíveis soluções para os problemas encontrados. A Figura 1 mostra o esquema de organização do trabalho.



Figura 1 – Fluxograma de etapas metodológicas

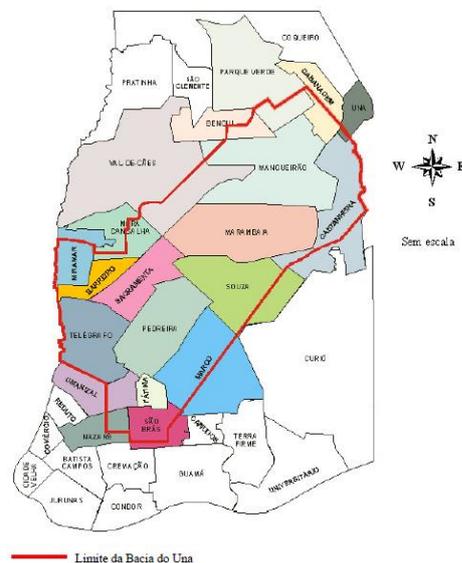
2.1. Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Una se destaca no contexto urbano por ser a maior bacia do Pará abrangendo aproximadamente 60% do sítio urbano de Belém com 3.644 hectares, passando por interferências do considerado maior projeto de saneamento básico na América Latina: o Projeto de Macrodrenagem da Bacia do Una (PMU).

Compreendendo 04 bairros de forma parcial: Marco, Nazaré, São Brás e Umarizal e 16 de forma integral: Barreiro, Benguí, Cabanagem, Castanheira, Fátima, Mangueirão, Maracangalha, Marambaia, Miramar, Parque Verde, Pedreira,

Sacramenta, Souza, Telégrafo, Una e Val-de-Cans a bacia do Una divide-se em 07 subáreas ou sub-bacias devido aos canais que a compõem, conforme Figura 2.

Figura 2 – Localização da área de estudo.



Fonte: Projeto Una, 2003.

Foram realizadas no projeto dragagem e retificação de igarapés e revestimentos de suas margens alguns recebendo revestimento em concreto e outros mantendo o talude natural revestido com gramíneas; obras de micro drenagem com execução de sarjetas; bocas de lobo, redes coletoras e demais dispositivos; sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário; coleta e remoção de lixo; sistema viário compatível e equipamentos comunitários e demais serviços de consumo coletivo.

De acordo com a prefeitura Municipal de Belém (1988) e Cruz (2017), os objetivos da concepção do projeto eram alcançar os seguintes benefícios:

- Controle de cheias, evitando os alagamentos constantes nas zonas baixas da bacia;
- Término de endemias propagadas por vetores causadores de doenças de veiculação hídrica;
- Promoção de infraestrutura adequada em termos de vias de acesso, cobertura das redes de água potável, esgoto sanitário, drenagem pluvial e coleta de lixo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise das Áreas Problemas

As interferências realizadas pelo Projeto Una buscavam uma nova qualidade de vida para a população residente local. Dezesesseis anos após a finalização das obras buscou-se verificar as condições do sistema de micro e macro drenagem, visto que os canais foram dimensionados para vazões com tempo de retorno de 20 anos. Foram selecionados alguns trechos de canais componentes da bacia, com o intuito de identificar os principais problemas existentes.

No Canal São Joaquim no trecho próximo à Avenida Júlio Cesar os problemas imediatamente identificados como pode ser constatado da Figura 3A foram de eutrofização, assoreamento e conseqüente diminuição do fluxo de escoamento devido ao depósito de sedimentos. De acordo com Tucci (1995) os sedimentos que atingem a macrodrenagem depositam-se devido à redução de declividade e da capacidade de transporte, esses sedimentos depositados reduzem a capacidade de escoamento dos canais da macrodrenagem, descrevendo ainda que a redução da capacidade dos condutos é um problema mais sério, já que a limpeza dos mesmos representam custos significativos. Já no Canal Água Cristal compreendido entre as Ruas Anchieta e Esperanto o canal foi retificado e revestido com concreto estando em melhores condições de escoamento, como pode ser observado na Figura 3B.

Pode-se observar ainda na Figura 3C o trecho do Canal da Pirajá esquina com a Travessa Alferes Costa, onde foi realizado nos meses anteriores manutenção no que tange à limpeza e retirada de lixo, contudo as muretas de proteção danificadas não foram reestabelecidas, o que pode ocasionar acidentes tanto com pedestres como com veículos. Este trecho segundo a PMB era considerado um dos pontos críticos de descarte irregular de lixo e foi eliminado. Ainda se tratando do Canal da Pirajá, no trecho compreendido entre a Avenida Pedro Miranda e a Travessa Antônio Everdosa, Figura 3D, as condições do sistema de macro e micro drenagem se encontram em melhores condições, com ausência de entulhos e vegetação.

Figura 3 – A) Canal São Joaquim esquina com Avenida Júlio Cesar; B) Canal Água Cristal entre as Ruas Anchieta e Esperanto; C) Canal da Pirajá com Travessa Alferes Costa; D) Canal da Pirajá entre Travessa Antônio Everdosa e Avenida Pedro Miranda.



As áreas pertencentes à bacia do Una antes da interferência do projeto eram alagáveis, com residências do tipo palafitas e excretas sendo lançadas “*in natura*”, causando um alto índice de doenças de veiculação hídrica. De acordo com a Fundação Nacional de Saúde FUNASA (2006) sob o ponto de vista sanitário a drenagem visa à eliminação de criadouros através da desobstrução de corpos d’água, combatendo a malária e a não propagação de algumas doenças de veiculação hídrica. Observa-se na Figura 4A e B lançamento direto de esgoto fecal e de águas servidas no Canal da Visconde de Inhaúma, assim como vegetação e resíduos dos mais diversos tipos.

No Canal do Galo esquina com a Travessa Djalma Dutra constatou-se a deterioração das muretas de proteção e acúmulo de resíduos sólidos. No referido canal esquina com Avenida Senador Lemos o problema identificado tem as mesmas características dos outros canais estudados de assoreamento, eutrofização, deterioração da mureta de proteção e ponto de entulho, evidenciados na Figura 4 C e D. Para Tucci (1995) além dos impactos físicos, o transporte de sedimentos traz

consigo a carga de poluentes agregados aos sedimentos. A associação de poluentes tóxicos com materiais finos produz redução da qualidade da água.

Figura 4 – A) Canal da Visconde de Inhaúma com Travessa Timbó; B) Canal da Visconde de Inhaúma entre Travessa Vileta e Travessa Timbó; C) Canal do Galo esquina com Travessa Djalma Dutra; D) Canal do Galo esquina com Avenida Senador Lemos



Para fins de identificação, o diagnóstico associou cada área problema com as abreviaturas abaixo, além de ilustrá-las espacialmente utilizando a ferramenta Google Earth, conforme Figura 5.

- AP1 - Canal São Joaquim esquina com Avenida Júlio Cesar
- AP2 - Canal Água Cristal entre as Ruas Anchieta e Esperanto
- AP3 - Canal da Pirajá com Travessa Alferes Costa
- AP4 - Canal da Pirajá entre Travessa Antônio Everdosa e Avenida Pedro Miranda
- AP5 - Canal da Visconde de Inhaúma com Travessa Timbó
- AP6 - Canal da Visconde de Inhaúma entre Travessa Vileta e Travessa Timbó
- AP7 - Canal do Galo esquina com Travessa Djalma Dutra
- AP8 - Canal do Galo esquina com Avenida Senador Lemos

Figura 5 – Localização dos PE.



Fonte: Google Earth, 2018.

3.2. Diagnóstico do Sistema de Drenagem Urbana

Após visitas técnicas foram identificados, adaptados e avaliados os elementos e as falhas do sistema de drenagem urbana relacionados à manifestação dos IFS, com base na metodologia descrita, conforme Tabela 5.

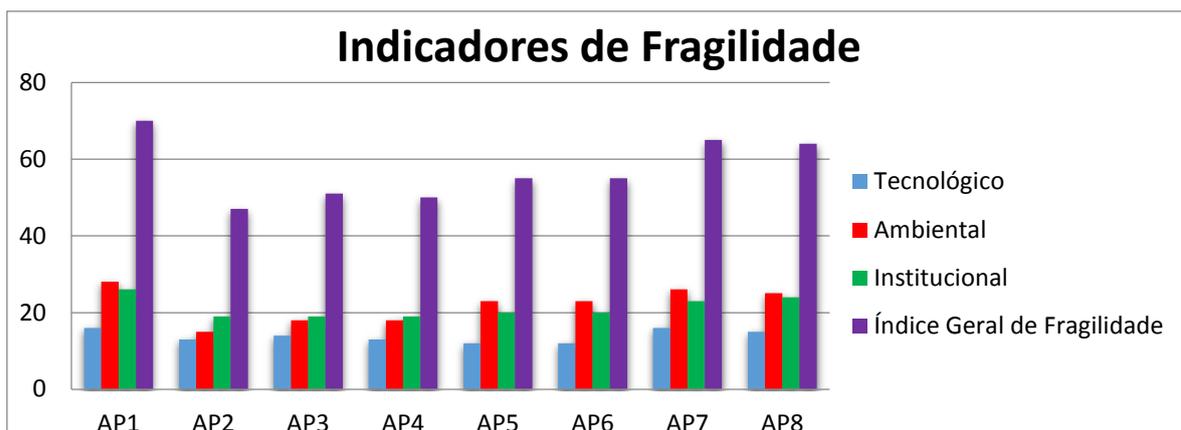
Tabela 5 – Índices de Fragilidade no Sistema para os Pontos Estudados.

Natureza do Indicador	Indicador	Pesos Atribuídos							
		AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8
Tecnológico	Ineficiência do escoamento nas vias	2	1	1	1	1	1	2	3
	Ineficiência dos dispositivos de coleta	3	3	3	3	3	3	3	3
	Ineficiência da capacidade de transporte dos condutos	4	3	3	3	3	3	3	3
	Redução da vida útil dos equipamentos	4	4	4	4	3	3	4	4
	Redução da vida útil dos pavimentos	3	2	3	2	2	2	4	2
Índice de Fragilidade Tecnológico para cada AP		16	13	14	13	12	12	16	15
Ambiental	Degradação física dos terrenos	3	0	0	0	0	0	3	3
	Instabilidade estrutural dos terrenos adjacentes às galerias	0	0	0	0	0	0	0	0
	Favorecimento da produção de sedimentos	5	3	3	3	4	4	5	5

	Diminuição da recorrência das cheias mais significativas	1	0	1	2	1	1	1	1
	Interferência inadequada no trânsito de veículos	0	0	0	0	1	1	0	0
	Interferência inadequada no movimento de pedestres	0	0	0	0	1	1	0	0
	Ocorrência de alagamentos	0	0	1	1	1	1	0	0
	Contaminação do corpo receptor	5	5	5	5	5	5	5	5
	Potencialização do aumento dos índices de insalubridade da população marginal ao corpo receptor	4	2	3	3	2	2	4	4
	Deposição de sedimentos nas vias públicas	5	3	3	2	4	4	4	3
	Assoreamento do corpo receptor	5	2	2	2	4	4	4	4
	Índice de Fragilidade Ambiental para cada AP	28	15	18	18	23	23	26	25
	Elevação dos gastos com manutenção dos equipamentos	1	1	1	1	2	2	2	1
	Elevação dos gastos com conservação	2	1	1	1	2	2	2	2
	Aumento da demanda de recursos financeiros para implantação de obras	5	5	5	5	5	5	5	5
Institucional	Perda de credibilidade da administração pública	5	3	3	3	3	3	3	5
	Desgaste das relações inter-institucionais	3	3	3	3	3	3	3	3
	Ineficiência operacional	5	3	3	3	3	3	4	4
	Perda de oportunidade de arrecadação financeira	5	3	3	3	2	2	4	4
	Índice de Fragilidade Institucional para cada AP	26	19	19	19	20	20	23	24
	INDICE GERAL DE FRAGILIDADE - IGF	70	47	51	50	55	55	65	64

Os índices de fragilidade do sistema classificaram o sistema de drenagem urbano da bacia hidrográfica do Una com médio grau de fragilidade. A Figura 6 mostra um gráfico com os resultados do IGF encontrados em cada área problema.

Figura 6 – Manifestação dos Indicadores de fragilidade do sistema de drenagem pluvial



As áreas analisadas apresentam um grau de funcionamento satisfatório apesar dos problemas encontrados. Alcançando na maioria das vezes os objetivos da concepção de projeto da macrodrenagem da bacia hidrográfica do Una, após dezesseis anos de funcionamento do sistema de drenagem, as áreas antes alagáveis não sofrem mais dessa problemática desde sua finalização.

As áreas problemas analisadas, identificadas como pontos de estudo AP1 - Canal São Joaquim esquina com Avenida Júlio Cesar, AP7 - Canal do Galo esquina com Travessa Djalma Dutra, e AP8 - Canal do Galo esquina com Avenida Senador Lemos demonstram IGF elevado em consideração aos demais analisados. Observou-se que esses canais não sofreram retificação sendo mantido seu talude natural apenas com gramíneas e dragagem para aprofundamento, desta maneira torna-se necessário uma maior atenção no período de manutenção destes. Além de em sua extensão percorrerem áreas de periferia com populações vulneráveis socialmente que em sua maioria possui baixo nível de escolaridade.

Os problemas imediatamente identificados com maior relevância são os de cunho ambiental. Nos locais analisados verificou-se a existência de ocupação na marginal da área dos canais que em sua maioria se dá por construções em alvenaria de um ou mais pavimentos, fator este que pode levar o terreno a certo grau de fragilidade, visto que essas áreas anteriormente eram alagáveis e de estiva, sendo estas aterradas pelo PMU.

O asfaltamento das vias de acesso diminui o grau de permeabilização do terreno, levando ao aumento da velocidade de escoamento superficial garantindo que a água proveniente das chuvas seja remanejada rapidamente para o corpo

receptor, contudo carrega resíduos dos mais diversos tipos descartados indevidamente nas ruas para dentro dos canais, diminuindo assim sua lâmina d'água e comprometendo seu escoamento.

A contaminação por esgotos *in natura* ainda continua a ser um problema recorrente nessas áreas, pois as fossas sépticas que serviriam como medida de tratamento para os esgotos fecais em sua maioria não são utilizadas pelos moradores, os quais não se adaptaram a esta medida proposta pelo projeto e continuam lançando suas excretas de forma indiscriminada por meio de ligações clandestinas.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define saúde como sendo o estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não simplesmente a ausência de doenças ou enfermidades. As obras de saneamento básico são instrumento de promoção de saúde, no que tange a melhoria na qualidade de vida. A população que vive no entorno desses canais constituem um quadro de fragilidade social com famílias em sua grande maioria de baixa renda, tendo seu local de moradia e suas vidas alteradas por interferências governamentais, contudo ainda vivenciam situações vulneráveis, mediante o exposto neste trabalho, sendo a principal problemática, ou a mais perceptível a deposição inadequada de resíduos. Comprometendo a salubridade do meio ambiente urbano, cujo descarte inadequado pode ocasionar mau odor devido ao processo de decomposição do material orgânico existente, entupimento dos dispositivos de drenagem além da proliferação de vetores transmissores de doenças.

3.3. Proposta de Possíveis Soluções

De maneira geral o sistema de drenagem vem sendo tratado de forma secundária e superficial, apesar de ser um item básico e fundamental do planejamento urbano. Mesmo com um sistema com Médio grau de fragilidade é necessário investir em medidas, com o intuito de melhorar a eficiência do sistema.

Os problemas de ordem ambiental são recorrentes não só nesses mas em vários pontos da bacia hidrográfica, desta maneira a melhoria poderá ocorrer com investimentos nos índices de ordem institucional tomando como medidas a: Manutenção ou recuperação de sarjetas, a Manutenção ou recuperação estrutural

de redes e canais, a Limpeza e desobstrução de redes e canais, a Limpeza de bocas de lobo e poços de visita, a Dragagem e retirada de sedimentos para aprofundar o espaço destinado ao acúmulo de água, com periodicidade pertinente as características de cada dispositivo de drenagem.

Para que as ações de educação sanitária e ambiental prestadas pela prefeitura em assistência à comunidade tomem dimensões mais eficazes é necessário um maior envolvimento das pessoas, não só em centros comunitários, mas também levando palestras de conscientização para as escolas de nível fundamental, garantindo assim uma maior sensibilização às questões ambientais às gerações que estão se formando.

O monitoramento e fiscalização, também são ferramentas imprescindíveis para que este ciclo permaneça em funcionamento da melhor forma possível. Assim como, o investimento em obras públicas, com o intuito de aumentar o índice de permeabilidade do solo.

4. CONCLUSÃO

Os cursos d'água naturais e canais são considerados condutos livres, pois apresentam uma superfície livre de água em contato com a atmosfera, desta maneira conclui-se que tal característica se torna um facilitador de despejos inadequados tanto de esgoto sanitário *in natura* como de resíduos sólidos, ocasionando a redução da área útil do canal.

Os indicadores de fragilidade são ferramentas importantes para auxílio da gestão pública, permitindo análises relacionadas às questões de drenagem urbana, visto que essa metodologia possui possibilidade de se adaptar às mais diversas características, uma vez ajustada a IFS adequados. Os valores obtidos de IFS expressam de maneira sucinta os problemas encontrados em toda grande Belém, classificando a bacia hidrográfica do Una com Médio grau de fragilidade.

Os principais problemas encontrados foram pontos de descarte inadequado de resíduos sólidos, principalmente nas margens dos canais; lançamento irregular de esgotos domésticos sem qualquer tipo de tratamento diretamente nos canais; além da falta de manutenção nas estruturas. A prefeitura municipal de Belém-PMB

relata que faz regularmente os serviços de limpeza, roçagem e retirada de entulhos, para acabar com pontos de descarte clandestinos de lixo em vias e canais seguindo um cronograma de serviços da Secretaria Municipal de Saneamento-SESAN, realizando rondas de fiscalização e ações de educação ambiental para orientar moradores sobre os procedimentos de descarte de lixo.

De acordo com o plano diretor municipal art. 30 para se promover à melhoria das condições de vida da população o modelo de intervenção adotado deve associar as atividades da gestão ambiental, o abastecimento de água potável, o uso racional da água, a coleta e o tratamento de águas residuárias, a drenagem de águas pluviais, o manejo dos resíduos sólidos e a educação sanitária e ambiental. Para que a promoção da saúde e a melhoria na qualidade de vida da população sejam eficazes e façam parte do cotidiano dessa parcela da população devem ser seguidas as ações explicitadas no art. 30 do Plano Diretor do Município com maiores investimentos. Levando em consideração que as obras de saneamento não são importantes somente para fins estéticos, pois indivíduos que vivem em ambientes salubres têm melhores condições e conseqüentemente vivem com menos possibilidades de adquirir doenças provenientes de agentes patológicos disseminados pela falta de saneamento.

REFERÊNCIAS

BASTOS, Therezinha Xavier; PACHECO, Nilza Araújo; NECHET, Dimitrie; SÁ Tatiana Deane de Abreu. **Aspectos Climáticos de Belém nos Últimos Cem Anos.** Documentos 128. EMBRAPA. ISSN 1517-2201. Fevereiro, 2002.

BRASIL. **Lei 11.445, de 5 de Janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2014/julho/24/Lei-Federal-11.445%20de%202007%20.pdf>. Acesso em: 29 Out. 2018.

BRASIL, Syane Cristina. **Projeto de macrodrenagem da Bacia do Una e Índice de Qualidade de Vida de seus Moradores.** Belém, 2004 147p.

CARVALHO, José Reinaldo Ferreira. **Avaliação da qualidade da água: um estudo na sub-bacia do canal São Joaquim.** (Belém-PA) / José Reinaldo Ferreira Carvalho. -- 2011. 147 f. : il.; 21 x 30 cm.

CRUZ, Sandra Helena Ribeiro; SOARES, Pedro Paulo de Miranda Araújo; ALVES, André Luiz Santos. **O Projeto De Macrodrenagem Da Bacia Do Una Em Belém (Pa):Caracterização E Análise Sob A Ótica Do Planejamento Estratégico.** VIII Jornada Internacional Políticas Públicas - Universidade Federal do Maranhão, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Atlas de Saneamento 2011.** Rio de Janeiro, 2011 Disponível em: <https://ww2ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm> Acesso em: 04 Set. 2018.

PEPITONE, Carolina. **Drenagem Urbana – Parte 1.** Janeiro, 2016. Disponível em: <arq.ap1.com.br/drenagem-urbana/>. Acesso em: 18 Mai. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM. **Lei nº 8.655, de 30 de Julho de 2008.** Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Belém, e dá outras providências. Disponível em:<[http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/Plano_diretor_atual/Lei_N8655-08_plano_diretor .pdf](http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/Plano_diretor_atual/Lei_N8655-08_plano_diretor.pdf)> . Acesso em: 31 Out. 2018

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM. Projeto de Saneamento para recuperação das Baixadas de Belém – Bacia do Una.v.3, Memória Justificativa. BELÉM, PA, 1988.

SANTOS JÚNIOR, V. J. dos. **Avaliação da drenagem pluvial da bacia hidrográfica do córrego Cintra em Montes Claros/MG.** 2013. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho – FACET, Montes Claros, 2013.

SILVA, Kleber Roberto Matos da. **A Implantação de Obras Civas e de Saneamento na Bacia do Una, em Belém do Pará, e as Condicionantes Relacionadas às Características Geológicas e Geotécnicas.** – Belém, PARÁ. [s.n], 2004.

SILVA, B. J. da; PEREIRA, O. S.; ASSIS, W. A. V. de; MORAIS, L. R. S. **O Componente Drenagem Urbana no Plano Municipal de Saneamento Ambiental**

de Alagoinhas, Bahia. Disponível em: <www.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/pdf/35Assemae126.pdf>. Acesso em: 30 Set. 2018.

STEINER, L. **Avaliação do sistema de drenagem pluvial urbana com aplicação do índice de fragilidade. Estudo de caso: microbacia do Rio Criciúma, SC. 2011.** 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, 2011.

TUCCI, Carlos E. M.; COLLISCHONN, Walter. **Drenagem Urbana e Controle de Erosão.** Disponível em: http://www.ufrgs.br/arroiodiluvio/conteudo-antigo/copy_of_sobre-o-arroio-diluvio/DRENAGEM%20URBANA-CONTROLE%20DA%20EROSaO_TUCCI_COLLISCHONN.PDF