

## **A macrodrenagem urbana sob a ótica do tripé da sustentabilidade: uma análise dos canais do Recife-PE**

*Urban macrodrainage from the perspective of the sustainability tripod: an analysis of the channels of Recife-PE*

*Macrodrenaje urbano desde la perspectiva del trípode de sostenibilidad: un análisis de los canales de Recife-PE*

**Micaella Raíssa Falcão De Moura**

Doutoranda em Recursos hídricos, UFPE, Brasil  
micaellaraissa@hotmail.com

**Nykollas Nuan Joseph Lima Neres Martins**

Graduando em Engenharia Civil, Estácio de Sá, Brasil  
nykollasmartins01@gmail.com

**Yago Ytaitan Gomes De Almeida**

Graduando em Engenharia Civil, Estácio de Sá, Brasil  
yagoyataitan@gmail.com

**RESUMO**

O manejo insustentável das águas pluviais urbanas resulta em consequências sociais, econômicas e ambientais, com implicações diretas na qualidade de vida das populações das grandes cidades. A macrodrenagem urbana do Recife-PE tem enfrentado desafios históricos e, de maneira geral, os canais da capital Pernambucana costumam ser associados a aspectos ou eventos negativos, como alagamentos e insalubridade. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo realizar uma análise das condições do sistema de macrodrenagem da cidade do Recife-PE sob a ótica do tripé da sustentabilidade, de maneira a identificar os principais pontos críticos para o desempenho sustentável do sistema e sugerir eventuais medidas mitigadoras. Para tal, foram utilizados como elementos de estudo cinco canais da cidade: Ibura, Derby-Tacaruna, Santa Rosa, Setúbal e Sport. Foram realizadas visitas *in loco* no primeiro trimestre de 2019 para registros fotográficos, medições de validação das características hidráulicas, entrevistas junto a moradores e identificação dos pontos críticos sob a ótica do Tripé da Sustentabilidade (TBL). Realizaram-se ainda consultas junto à Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana da cidade do Recife (EMLURB). A análise se adequa às premissas globais do desenvolvimento sustentável, à medida que faz uso de uma abordagem holística em torno dos princípios básicos do ecodesenvolvimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ecodesenvolvimento. Águas pluviais. Tripé da Sustentabilidade.

**ABSTRACT**

The unsustainable urban rainwater management results in social, economic and environmental consequences, with direct implications on populations life quality. The urban macro-drainage in Recife-PE has faced historical challenges and, in general, the Pernambuco's Capital channels are commonly associated to negative aspects or events, such as floods and unhealthiness. In this context, this work aimed to perform an analysis around the Recife's macro drainage system conditions under the perspective of the sustainability triple bottom line, in order to identify the main critical points for the sustainable performance of the system and to suggest possible mitigating measures. For this purpose, five channels were used as study elements: Ibura, Derby-Tacaruna, Santa Rosa, Setúbal and Sport. Field visits were made in 2019 first quarter for photographic records, hydraulic validation measurements, interviews with residents and identification of critical points from the Triple Bottom Line (TBL) perspective. Consultations were also made with the Urban Maintenance and Cleaning Company (EMLURB). The analysis fits the sustainable development global assumptions as it uses a holistic approach around ecodesvelopment basic principles.

**KEYWORDS:** Ecodevelopment. Rainwater. Triple Bottom Line.

**RESUMEN**

El manejo insostenible del agua de lluvia urbana tiene consecuencias sociales, económicas y ambientales, con implicaciones directas para la calidad de vida de las poblaciones de las grandes ciudades. El macrodrenaje urbano de Recife-PE ha enfrentado desafíos históricos y, en general, los canales de la capital, Pernambucana, generalmente están asociados con aspectos o eventos negativos, como inundaciones e insalubridad. En este contexto, este trabajo tuvo como objetivo analizar las condiciones del sistema de macrodrenaje de la ciudad de Recife-PE desde la perspectiva del trípode de sostenibilidad, con el fin de identificar los principales puntos críticos para el desempeño sostenible del sistema y sugerir posibles medidas de mitigación. Para ello, se utilizaron cinco canales de la ciudad como elementos de estudio: Ibura, Derby-Tacaruna, Santa Rosa, Setúbal y Sport. Las visitas in situ se llevaron a cabo en el primer trimestre de 2019 para registros fotográficos, mediciones de validación de características hidráulicas, entrevistas con residentes e identificación de puntos críticos desde la perspectiva trípode de sostenibilidad (TBL). También se realizaron consultas con la Compañía de Mantenimiento y Limpieza Urbana de Recife (EMLURB). El análisis se ajusta a las premisas globales del desarrollo sostenible, ya que utiliza un enfoque holístico en torno a los principios básicos del desarrollo ecológico.

**PALABRAS CLAVE:** Ecodesarrollo. Agua de lluvia. Trípode de Sostenibilidad.

## 1 INTRODUÇÃO

A rápida evolução dos processos de ocupação das grandes cidades desencadeou alterações significativas da paisagem urbana, favorecendo eventos como alagamentos e inundações. Diante dessa problemática surge a necessidade da implementação de sistemas de macrodrenagem, como obras de canalização para comedir possíveis adversidades (OLIVEIRA E VESTENA, 2012; LOPES E CONSTANTINO, 2018).

Nesse sentido, nas últimas décadas, muito tem se falado sobre as alterações no uso do solo, nomeadamente o aumento da impermeabilização, decorrentes desses intensos processos de urbanização, e responsáveis por alterar significativamente as condições de drenagem natural das águas pluviais. Os sistemas urbanos são responsáveis por criar superfícies impermeáveis até então não existentes na bacia hidrográfica, ocasionando impactos diversos, como o aumento do escoamento que é transportado por meio de condutos e canais, além de alterações na qualidade das águas (LOURENÇO, 2014; TUCCI, 2005; WANG et al., 2014).

Esses dispositivos hidráulicos possuem custos relacionados diretamente às vazões máximas, que por sua vez são aumentadas pela impermeabilização. Além disso, a construção desenfreada de canais representa um dos grandes problemas da rede de drenagem pluvial, pois transfere inundações de um local para outro, a custos insustentáveis para os municípios. Dessa forma, com o intuito de combater os impactos negativos associados aos processos globais de urbanização, têm sido desenvolvidos conceitos como o do ecodesenvolvimento, responsáveis por criar questionamentos às graves ações modificadoras dos ecossistemas naturais (TUCCI 2003; SEVERO E GUIMARÃES, 2014; XIMENES, 2011).

Nesse contexto, apesar de terem se originado nas bases do progresso econômico, é imperativa a necessidade de que obras de canalização adotem uma visão ambiental e social em seus funcionamentos. A cidade de Recife, Pernambuco-Brasil, objeto deste estudo, enfrenta um cenário ainda mais desfavorável pelo fato de ser uma planície costeira e seu sistema de drenagem ser suscetível às oscilações de maré, tornando seus canais ainda mais essenciais (SILVA JUNIOR, SILVA E ALCOFORADO, 2016; ALMEIDA E GOLÇALVES, 2018). Sendo assim, a aplicação da ótica do tripé do desenvolvimento sustentável em seus canais consiste em um adequado viés de estudo, estando em coerência com temáticas mundialmente debatidas nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

## 2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise das condições do sistema de macrodrenagem da cidade do Recife-PE sob a ótica do tripé da sustentabilidade (dimensões sociais, ambientais e econômicas), de modo a identificar os principais pontos críticos para o desempenho sustentável do sistema. Para tal, foram utilizados como elementos de estudo cinco canais da cidade: Ibura, Derby-Tacaruna, Santa Rosa, Setúbal e Sport.

## 3 A MACRODRENAGEM URBANA E OS PRINCÍPIOS DA GESTÃO SUSTENTÁVEL

A drenagem urbana tem como papel abrigar o projeto de grandes sistemas de galerias pluviais e as ações destinadas à melhoria do fluxo em rios e canais. O sistema de macrodrenagem é composto por canais, que podem ser naturais ou artificiais, e rios que recebem os fluidos

advindos da microdrenagem da cidade, sendo esse processo responsável por evitar um dos grandes problemas das cidades: as enchentes (POMPÊO, 2000).

De acordo com Mota (2008), nos últimos anos, o grande aumento da população urbana vem contribuindo para um conjunto de fatores que degradam e prejudicam os corpos hídricos naturais, causando, assim, diminuição na quantidade e qualidade das águas disponíveis no meio urbano. O autor reforça que, uma vez que as áreas verdes são substituídas por construções que promovem maior impermeabilização dos solos, tem-se o aumento das águas superficiais nas cidades.

Nesse contexto, Tucci (2005) aponta que, para cumprir os princípios básicos de controle de escoamento, é necessário que se tenha uma estratégia de gestão das águas pluviais e domínio das bacias, com esquemas viáveis de obras de expansão, políticas de integração e ações preventivas. Além disso, o autor reforça a necessidade de efetiva utilização dos planos diretores urbanos, legislações municipais/estaduais e manuais de drenagem, de modo a orientar e gerenciar os períodos de cheia.

Para a gestão dos critérios sustentáveis, deve-se considerar dois pontos importantes: I- Por nenhuma razão a cheia natural deve ser dilatada ou aumentada pelos que envolvem a bacia; II- Toda drenagem deve utilizar meio natural para escoamento (TUCCI, 2005). Cabe ressaltar a importância de que a gestão sustentável das águas pluviais urbanas preze pelo cumprimento dos dispositivos regulatórios vigentes, criando ainda um ambiente sinérgico nos processos de gerenciamento.

#### **4 DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS: LEI FEDERAL 11445/07 E LEI MUNICIPAL 18208/2015**

No Brasil, a Lei Federal 11445 de 2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, abordando as normativas referentes ao manejo das águas pluviais desenvolvido pelos canais estudados. Oriunda das Leis 6.766/79, 8.036/90, 8.666/93 e 8.987/95, garante em todas as áreas urbanas a disponibilidade do serviço de drenagem, considerando a saúde pública e patrimônio público e privado (BRASIL, 2007).

No Recife, há a Lei municipal 18208 de 2015, que garante junto ao governo do estado de Pernambuco, com suas particularidades, o cumprimento da Lei Federal. Além de reiterar os dispostos na 11445/2007, a lei cria e institui instrumentos necessários para a existência do Plano Municipal de Saneamento Básico do Recife, que, baseado nas peculiaridades da cidade, tem como objetivo propiciar saúde, qualidade de vida e do meio ambiente através de planejamento e prevenção de possíveis problemas na macrodrenagem (RECIFE, 2015).

Além da garantia ao acesso e fornecimento de direito social referente ao saneamento básico, entretanto, é cada vez mais necessário que as soluções de planejamento adotadas sejam sustentáveis. Nesse contexto, Rutkowski et al. (2010) aborda que a Política Nacional de Saneamento Básico deve interagir com as demais políticas, sejam elas a Políticas Nacionais de saúde, Políticas Nacionais Urbana, Políticas Nacionais Hídrica e Meio Ambiente, buscando o ecodesenvolvimento e favorecendo o progresso humano e ambiental em conjunto. Sendo assim, pode-se dizer que a análise deste trabalho se adequa às premissas globais do

desenvolvimento sustentável, à medida que faz uso de uma abordagem holística em torno dos princípios básicos do ecodesenvolvimento.

## 5 OS CANAIS URBANOS DO RECIFE SOB A ÓTICA DO TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE

A cidade do nordeste brasileiro, Recife (capital do estado de Pernambuco e conhecida como Veneza brasileira) é um dos quatorze municípios que compõem a Região Metropolitana de Recife (RMR). Segundo o censo brasileiro (IBGE, 2010) em 2010, a RMR possuía 97% de urbanização e um total de 3.690.547 habitantes, dos quais 3.589.176 eram residentes urbanos. Nesse mesmo ano, quase metade dessa população estava localizada na cidade do Recife, com 1,5 milhão de habitantes.

De maneira geral, os canais do Recife não suportam o grande volume das cheias, ocasionando transtornos, alagamentos, remanso, entre outros. Silva e Silva (2015) apontam que a urbanização desordenada da região originou aterros em locais indevidos, fazendo desviar os cursos naturais das águas. Cabral *et al.* (2014) reforçam outros fatores contribuintes para a problemática, como a existência de construções à margem de canalizações, a elevada impermeabilização, a deposição irregular de resíduos sólidos e a ineficiência do saneamento.

Diversos canais das mais variadas características integram o sistema de drenagem da Capital Pernambucana. Canais como o do Ibura e Santa Rosa estão localizados em regiões com população de baixa renda e mais vulnerável. Em um cenário quase que oposto, têm-se os Canais do Sport e o Setúbal, localizados na região Sul da cidade. Sendo assim, as questões envolvidas diferem de canal para canal, de modo que cada grupo populacional irá se portar de acordo com a realidade vivenciada (GOUVEIA E SELVA, 2018).

Dessa forma, um conceito viável a ser aplicado nesse cenário é o *Triple Bottom Line (TBL)* ou tripé do desenvolvimento sustentável. Segundo Souza (2016), as dimensões de economia, meio ambiente e sociedade compõem esse tripé, e o equilíbrio entre elas está intimamente interligado à sustentabilidade. Logo, Slaper e Hall (2011) apontam ser coerente adequar a sustentabilidade em um ambiente, seja ele organizacional ou não, mesclando sempre os eixos social-econômico-ambiental.

Faz-se importante ressaltar que um sistema sustentável é essencialmente influenciado e mantido pelos comportamentos diários da sociedade (LI *et al.*, 2019). No tocante aos sistemas de saneamento, nota-se que os aspectos econômicos da sustentabilidade têm ocupado o primeiro posto nos processos decisórios da agenda política. Todavia, reforça-se a importância da abordagem do *TBL* para realizar análises de alternativas de atendimento a metas potencialmente conflitantes não só de questões financeiras, mas também das sociais (benefícios humanos) e ambientais (saúde humana e ecológica) (LINER; DEMONSABERT, 2011).

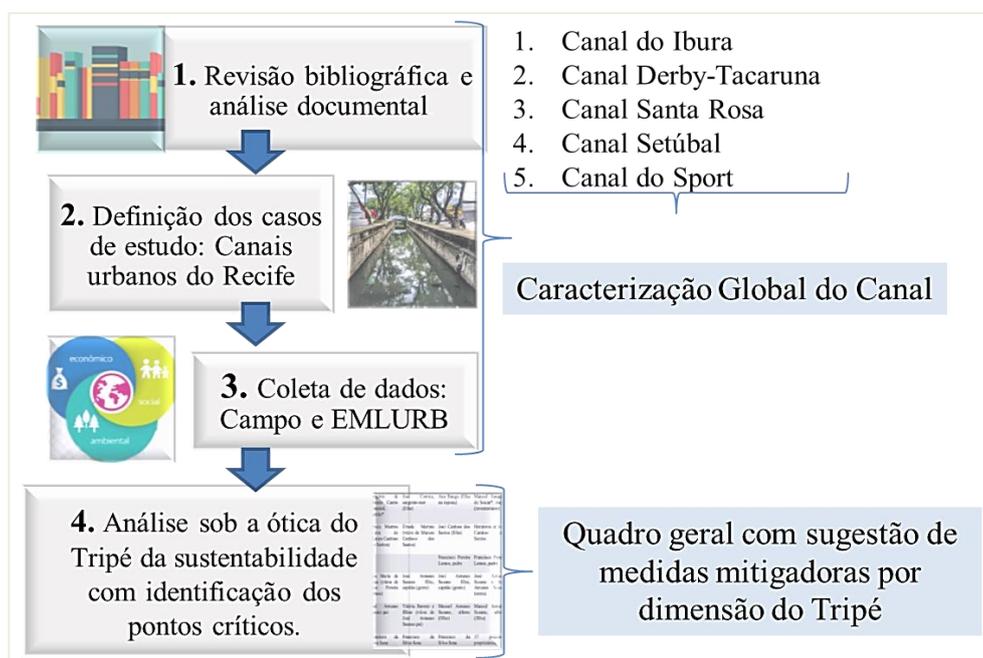
## 6 METODOLOGIA

O método adotado para desenvolvimento do trabalho foi o de estudo de caso descritivo com abordagem qualitativa. Segundo Lima *et al.* (2012), tal método faz uso de procedimentos

variados de coleta dados, de forma que o processo de análise e interpretação pode envolver diferentes modelos de análise (de conteúdo, descritiva, documental, entre outros). Yin (2015) define o estudo de caso em duas partes: I- A investigação de um fenômeno contemporâneo (“o caso”) no contexto do mundo real; II- Projeto e coleta de dados. O autor reforça que, dentre as variações, há possibilidades para casos únicos ou múltiplos, podendo ser um método útil para fazer avaliações.

Nesse contexto, a presente pesquisa fez uso de casos múltiplos, sendo adotados para análise os seguintes canais urbanos da cidade do Recife-PE: Canal Derby-Tacaruna; Canal do Ibura; Canal Santa Rosa; Canal de Setúbal; Canal do Sport. A figura 1 mostra a metodologia global adotada pela pesquisa, com as respectivas divisões que representam a sequência das etapas realizadas.

Figura 1: Metodologia – Etapas em sequência.



Fonte: OS AUTORES, 2019.

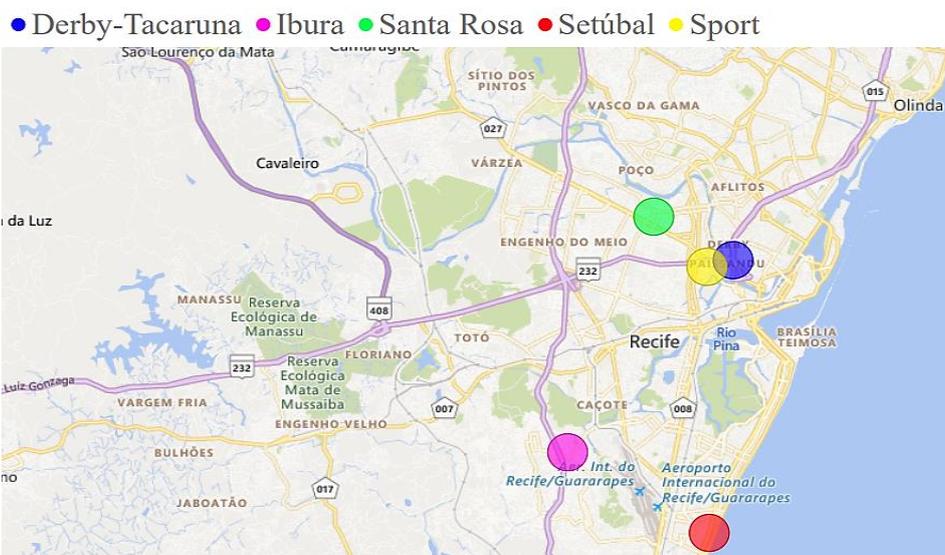
Conforme figura 1, para caracterização global dos canais, foram realizadas visitas *in loco* no primeiro trimestre de 2019 para registros fotográficos, medições de validação das características hidráulicas, entrevistas junto a moradores e identificação dos pontos críticos sob a ótica do *TBL*. No mesmo período, os autores realizaram consultas junto à Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana da cidade do Recife (EMLURB) para coleta de dados relativos aos custos para limpeza dos cinco canais estudados, bem como informações acerca do contexto histórico de construção destes.

## 7 RESULTADOS

Para realização da análise proposta pelo trabalho, fez-se necessário reunir todas as informações e dados obtidos por meio das etapas sequenciais metodológicas para, posteriormente, agrupá-los conforme as dimensões previstas pelo *TBL*. Como primeiro produto criado, e facilitador das

avaliações realizadas pelos autores, tem-se a geolocalização dos canais, apresentada na figura 2.

Figura 2: Geolocalização dos canais analisados



Fonte: OS AUTORES, 2019.

Mais afastados da costa em relação aos demais, os canais do Ibura e Santa Rosa estão em Regiões Político Administrativas (RPA) diferentes, e situados, respectivamente, nos bairros do Ibura e Cordeiro. O projeto de canalização do bairro do Ibura teve início no ano de 2013, mas até então não foi concluído. Observou-se, por meio dos dados coletados, a relevância de construção destes canais nos locais onde estão inseridos para a solução de graves problemas em torno da drenagem urbana. Apesar da descontinuidade na execução das obras, pode-se dizer que há, no geral, melhoria nas áreas com a construção dos canais, principalmente nos critérios de alagamentos e odor.

Considerando-se dois grandes grupos de análise, o segundo grupo é composto pelos canais Derby-Tacaruna, Setúbal e Sport, situados, respectivamente, nos bairros do Derby, Boa Viagem e Ilha do Retiro. Destaca-se que os canais Derby-Tacaruna (popularmente conhecido como canal da Agamenon) e Setúbal são os mais extensos dentre os casos selecionados para estudo. A figura 3 apresenta o registro fotográfico dos cinco canais analisados, seguida pelo quadro 1, que apresenta uma síntese das características globais das obras hidráulicas.

Figura 3: Registro fotográfico dos canais analisados.



Fonte: OS AUTORES, 2019.

Quadro 1: Características globais dos canais.

RPA	CANAL	BAIRRO	BACIA	GEOMETRIA	EXTENSÃO (m)
3	CANAL DERBY - TACARUNA	DERBY	CAPIBARIBE	TRAPEZOIDAL*	6.048,77
4	CANAL SANTA ROSA	CORDEIRO	CAPIBARIBE	RETANGULAR	1.532,64
4	CANAL DO SPORT	ILHA DO RETIRO	CAPIBARIBE	TRAPEZOIDAL	535,45
6	CANAL DO IBURA	IBURA	TEJIPIÓ	RETANGULAR	2656,85
6	CANAL DE SETUBAL	BOA VIAGEM	TEJIPIÓ	TRAPEZOIDAL	4.938,88

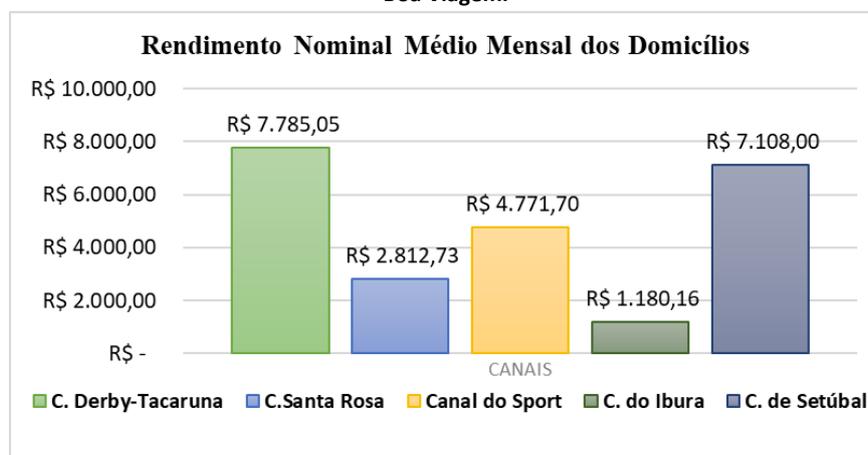
Fonte: OS AUTORES (2019) A PARTIR DE ESIG.

## 7. 1 Dimensão Socioambiental

Para análise da dimensão social, foram inicialmente contemplados os dados referentes ao rendimento nominal médio mensal dos domicílios para os bairros nos quais encontram-se localizados os canais (Figura 4). Mantendo-se a consideração de dois grandes grupos de análise, observa-se que o primeiro grupo – canais Ibura e Santa Rosa – possui o menor valor de rendimento nominal médio, o que reforça a maior vulnerabilidade dos bairros em questão diante da problemática da macrodrenagem urbana do Recife.

No caso específico do bairro do Ibura, o rendimento médio dos domicílios é cerca de seis vezes menor quando comparado com o vizinho Boa Viagem. Tal fato, sendo considerado dentro no espectro da vulnerabilidade social na cidade do Recife, permite uma sinalização mais direta acerca do acesso, da ausência ou da insuficiência de determinados “ativos” no território urbano, especialmente quando considerado o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) da capital Pernambucana em seu eixo de infraestrutura urbana (IPEA, 2015; LUBAMBO; FUSCO; LOPES, 2017; MOURA, 2019).

Figura 4: Rendimento Nominal Médio Mensal dos Domicílios nos Bairros: Derby; Cordeiro; Ilha do Retiro; Ibura e Boa Viagem.



Fonte: OS AUTORES A PARTIR DE IBGE (2010) E RECIFE (2010).

Diante disso, observou-se elevado potencial de otimização do desempenho dos canais analisados sob a dimensão social. Os canais encontram-se em desarmonia com as expectativas sociais, e operam seguindo fundamentalmente os preceitos higienistas do saneamento básico, constituindo estruturas que remetem quase sempre a riscos à população e patrimônios.

Em todos os canais pôde-se identificar ao menos um indício que compromete o desempenho sustentável da dimensão ambiental. Destaca-se, para o grupo um, o acúmulo de lixo nas margens, intensificado por ocupações irregulares, criando ambientes favoráveis à proliferação de doenças de veiculação hídrica. Para os canais do grupo 2, têm-se como pontos críticos principais identificados: - Uso do sistema de drenagem para escoamento irregular de dejetos provenientes da demanda ocupacional das áreas de entorno; - Potencial de melhoria na utilização das compotas instaladas nas extremidades do canal (Derby-Tacaruna); -Galerias de tubos de concreto, tubos cerâmicos, tubos de PVC semiobstruídas e/ou danificadas;- Processos erosivos e assoreamentos significativos.

## 7.2 Dimensão Econômica

A análise de desempenho dos canais na dimensão econômica utilizou como indicador principal os custos com manutenção-limpeza nos anos de 2018 e 2019: dados obtidos junto à EMLURB. De acordo com a tabela 1, nota-se que, com exceção do canal Santa Rosa, os custos estimados com limpeza aumentaram em comparação ao ano anterior. A redução com os custos de manutenção neste canal não significa, todavia, uma melhor condição de funcionamento, tendo em vista que as visitas *in loco* sinalizaram para graves problemas de poluição e acúmulo de resíduos.

Nesse sentido, como etapas futuras complementares às desenvolvidas nesta pesquisa, recomenda-se a correlação dos custos de manutenção com os investimentos em educação ambiental junto à população nos bairros em questão. Essa correlação deve estar diretamente interligada a um mapeamento regular da situação destes canais, de modo a se identificarem melhorias efetivas de desempenho que possam ser confrontadas com os investimentos

realizados. O quadro 2 mostra uma síntese da análise sob a ótica do TBL e as possíveis soluções mitigadoras sugeridas.

Tabela 1: Custos com manutenção nos anos de 2018 e 2019.

NOME DO CANAL	CUSTO ESTIMADO 2018	CUSTO ESTIMADO 2019
CANAL DERBY - TACARUNA	R\$ 155.100,00	R\$ 165.000,00
CANAL SANTA ROSA	R\$ 77.000,00	R\$ 44.000,00
CANAL DO SPORT	R\$ 66.000,00	R\$ 77.000,00
CANAL DO IBURA	R\$ 275.000,00	R\$ 286.000,00
CANAL DE SETUBAL	R\$ 143.000,00	R\$ 165.000,00

Fonte: OS AUTORES A PARTIR DE ACERVO EMLURB (2019)

Quadro 2: Sugestões de melhoria baseadas no Tripé da sustentabilidade.

CANAL	DIMENSÕES - FATORES		
	AMBIENTAIS	SOCIAIS	ECONÔMICOS
DERBY - TACARUNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tratamento da água com a retirada dos esgotos direcionados;</li> <li>Execução de estações de tratamento de esgotos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melhoria das bordas e/ou margens;</li> <li>Implantação de paisagismo e criação de área recreativa para população.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possível projeto para executar aprofundamento da calha para meio de transporte, através de pequenas embarcações de menor custo.</li> </ul>
IBURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recomposição das bordas com vegetação rasteira;</li> <li>Campanhas de conscientização populacional para preservação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desobstrução dos mecanismos de drenagem evitando risco de alagamento comuns na área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução da poluição local, ocasionando menores custos de manutenção.</li> <li>Fortalecimento do pequeno comércio local que sofre com inundações.</li> </ul>

<b>SANTA ROSA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpeza para retirada de lixo, sedimentos e afins.</li> <li>• Reciclagem de resíduos plásticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integração social por meio da produção de ecobarreiras feitas com garrafas PET's, visando a melhoria de vida no bairro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorização imobiliária e comercial da área do entorno.</li> </ul>
<b>SETÚBAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manutenção adequada para remoção de entulhos;</li> <li>• Conscientização da população a respeito da poluição.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Havendo limpeza de suas laterais, pode-se criar um espaço para ciclofaixas.</li> <li>• Redução de casos de enfermidades como diarreia, cólera, comuns em áreas de baixa renda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do custo de manutenção das vias próximas.</li> <li>• Redução de gastos com o Sistema Único de Saúde.</li> </ul>
<b>SPORT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle do crescimento da vegetação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adequação do passeio;</li> <li>• Melhor sinalização para população.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devido à sua localização, melhorar sua manutenção para evitar transtornos para comerciantes e usuários em dias de jogos no estádio próximo.</li> </ul>

Fonte: OS AUTORES (2019).

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios para consolidação da gestão sustentável das águas urbanas têm se tornado cada vez mais complexos, exigindo o desenvolvimento de análises integradoras que contemplem dimensões socioculturais, ambientais e econômicas. Apesar da ampliação dos debates e pesquisas em torno da temática, cidades como Recife-PE continuam a sofrer com os alagamentos frequentes e com demais impactos negativos decorrentes de eventos de precipitação intensa aliados ao mau desempenho dos sistemas de drenagem.

O aprimoramento das medidas estruturais e não estruturais deve ser contínuo, e avaliações transdisciplinares devem ser cada vez mais estimuladas para solucionar os problemas identificados. Diante disso, o presente artigo analisou, sob a ótica do tripé da sustentabilidade, a operação da macrodrenagem da capital Pernambucana por meio da seleção de cinco canais urbanos. Tal análise permitiu a identificação de pontos críticos a serem otimizados por meio de ações conjuntas que envolvam os esforços diretos do Poder Público e da sociedade.

As propostas apresentadas no quadro geral final representam ganho direto de qualidade de vida para a população, melhoria do meio ambiente e economia futura para os cofres da cidade, sendo em sua maioria de fácil execução. Os problemas apresentados aqui são comuns a muitos outros cenários de outras cidades brasileiras, e um novo desempenho sob a ótica do *Triple Bottom Line* produziria progresso sensível em todas as esferas.

Sendo assim, nota-se o potencial deste trabalho e de pesquisas similares que promovam a integração das dimensões pressupostas pelo desenvolvimento sustentável para identificação de conflitos e problemáticas em torno do manejo das águas pluviais urbanas, de modo a criar ainda uma sinalização direta acerca das insuficiências do sistema.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Raul Sá, Camila Silva, Michelle Amorim, Kaio Silva, Gabriel Nascimento, Tiago Santos, Jeimerson Silva, Wagner Lima, Pedro Pires, Maximino Cavalcanti e José Mário Antonino pela contribuição com o artigo. À Faculdade Estácio Recife, à EMLURB e à Universidade Federal de Pernambuco pelo suporte no desenvolvimento da pesquisa e fornecimento de dados. Os autores também agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de pesquisa (Doutorado).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S.C.C.; GOLÇALVES, L.M. **Indicadores de sustentabilidade urbana: panorama das principais ferramentas utilizadas para gestão do desenvolvimento sustentável.** In: Anais do XIV Fórum Ambiental. 2018.

BRASIL. **LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007.** Brasília, 5 de janeiro de 2007; 186ª da Independência e 119ª da República. 2007.

CABRAL, J.J.S.P.; PREUSS, S.L.C.; NETO GASTÃO, C.F. **Capibaribe e seus afluentes na planície de recife: visão multidisciplinar de um rio urbano e sua importância para o sistema de drenagem das águas pluviais** in Anais do XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Natal. 2014.

ESIG. **Informações Geográficas do Recife.** Disponível em: < <http://www.recife.pe.gov.br/ESIG/>>. Acesso em: 02 abr.2019.

GOUVEIA, R. L.; SELVA, V. S. F.; FERNANDES, M. L. B. **Riachos urbanos do Recife: educação ambiental como ferramenta para a revitalização.** Revista EA. N 65. Ano XVII. Nov., 2018.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- **Censo Demográfico 2010.** 2010.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA (2015). **Atlas da vulnerabilidade social nas regiões metropolitanas brasileiras.** Brasília: Ipea. 2015.

LI, Y., BEETON, R. J. S., SIGLER, T., & HALOG, A. **Enhancing the adaptive capacity for urban sustainability: A bottom-up approach to understanding the urban social system in China.** Journal of Environmental Management, 235, 51–61. 2019. doi:10.1016/j.jenvman.2019.01.044.

LIMA, J.P.C et al. **Estudos de caso e sua aplicação: Proposta de um esquema teórico para pesquisas no campo da contabilidade.** Revista de Contabilidade e Organizações, v. 6, n. 14, pp.127-144. 2012.

LINER, B., & DEMONSABERT, S. **Balancing the Triple Bottom Line in Water Supply Planning for Utilities.** Journal of Water Resources Planning and Management, 137(4), 335–342. 2011. doi:10.1061/(asce)wr.1943-5452.0000128

LOPES, P.H.; CONSTANTINO, N.R.T. **Percepção dos córregos urbanos ocultos - o caso do córrego do veado em Presidente Prudente - SP.** Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, [s.l.], v. 6, n. 44, p.45-58, 18 dez. 2018. ANAP - Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista. <http://dx.doi.org/10.17271/2318847264420181906>.

LOURENÇO, R.R.A. **Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis.** 164. Dissertação (Mestrado). Instituto Superior de Engenharia de Coimbra- Portugal. 2014.

LUBAMBO, C.W.; FUSCO, W.; LOPES, L. **Vulnerabilidade Análises Possíveis a partir da Aplicação do IVS no Atlas da Região Metropolitana do Recife.** In: Barbara Marguti; Marco Aurélio Costa; Cesar Favarão. (Org.). Territórios em Números: insumos para políticas públicas a partir da análise do IDHM e do IVS de UDhS e regiões metropolitanas brasileiras. Ied. Brasília: IPEA, INCT, 2017, v. I, pp. 50-62.

MOTA, S. (2008) **Gestão ambiental de recursos hídricos.** 3. ed. Rio de Janeiro: ABES.

MOURA, M.R.F. **Rios, pontes e vulnerabilidades: o contraste social no Recife sob as óticas do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) e das manifestações artísticas locais.** Revista Ciência&Tropico, v. 43, n. 1, p. 87-100, 2019. DOI: 10.33148/CeTropico-v.43,n.1(2019)\_1834

OLIVEIRA, E.D.; VESTENA, L.R. (2012). **Alterações na morfologia de canais fluviais na área urbana de Guarapuava (PR).** Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais V. 8 Ed. Especial – 1, 2012.

POMPÊO, C. **Drenagem Urbana Sustentável** (2000). Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [s.l.], v. 5, n. 1, pp.15-23, 2000. FapUNIFESP (SciELO).

RECIFE. **Lei Ordinária Nº 18208/2015**. Recife, 30 de dezembro de 2015.

RUTKOWSKI, E.W.; DEMANTOVA, G.C.; PEREIRA, A.S. **As redes técnicas do saneamento**. Artigo técnico. FLUXUS/DSA/FEC/UNICAMP.2010.

SEVERO, E.A.; GUIMARÃES, J.C.F. **Desenvolvimento Sustentável: Premissas, Realidade e Novas Perspectivas** in XVI ENGEMA pp.1-13. 2014.

SILVA, A.C.; SILVA S.R. **Dimensionamento de sistema de drenagem: estudo de caso do Canal do Arruda** in Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília. 2015.

SILVA JUNIOR, M.A.B; SILVA, S.R.; ALCOFORADO, R.M.G. Avaliação do sistema de microdrenagem visando à sustentabilidade de área urbana com problemas de alagamentos e influência das marés. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [s.l.], v. 4, n. 24, p.1-17, 23 dez. 2016. ANAP - Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista. <http://dx.doi.org/10.17271/2318847242420161320>.

SLAPER, T.S.; HALL, T.J. **The Triple Bottom Line: what is it and how does it work?**. Indiana University Kelley School of Business. Indiana. 2011.

SOUZA, C.S. **Sustentabilidade urbana: conceitualização e aplicabilidade**. 66 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São João Del-Rei – UFSJ. Ouro Branco-MG. 2016.

TUCCI, C.E.M. **Inundações e Drenagem Urbana**. In TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C.(org.) Inundações Urbanas na América do Sul, ABRH, Porto Alegre, cap.3, pp.45- 129. 2003.

TUCCI, C.E.M. **Gestão de Água Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - Wolrd Bank – Unesco. 2005.

WANG, X., LI, J., LI, Y., SHEN, Z., WANG, X., YANG, Z., & LOU, I. **Is urban development an urban river killer? A case study of Yongding Diversion Channel in Beijing, China**. Journal of Environmental Sciences, 26(6), 1232–1237. 2014. doi:10.1016/s1001-0742(13)60593-8.

XIMENES, D.S.S (2011) **A evolução da sustentabilidade ambiental urbana e as interferências da ética**. Revista Labverde, n.2, pp.62-80.

YIN, R.K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. Bookman, Porto Alegre – RS. 320 p. 2015.