



16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

Elaboração de Princípios Norteadores para a Construção de Indicadores de Sustentabilidade Direcionados ao Manejo de Águas Pluviais

Drafting of Guiding Principles on the Development of Sustainability Indicators Directed to Stormwater Management

Sidnei Pereira da Silva¹; Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira²; Ademir Paceli Barbassa³; Xavier Gabarrell Durany⁴; Joan Rieradevall i Pons⁵

1 Universidade Federal de São Carlos, spssasc@yahoo.com.br; 2 Universidade Federal de São Carlos; 3 Universidade Federal de São Carlos; 4 Universitat Autònoma de Barcelona; 5 Universitat Autònoma de Barcelona

***Palavras-Chave:** Princípios de Sustentabilidade; Manejo de Água Pluviais; Indicadores de Sustentabilidade.*

***Keywords:** Principles of Sustainability; Stormwater Management; Sustainability Indicators.*

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas urbanos são primordialmente áreas de consumo e moradia, possuindo diferentes dimensões ou integrações de várias áreas. Em 1900, 13% da população mundial vivia em áreas urbanas. Atualmente, a população brasileira que vive em área urbana é de 84% (IBGE, 2010). O mundo está se tornando cada vez mais urbano, atualmente, mais de 50% da população mundial se encontra em área urbana, decorrente do crescimento econômico.

O crescimento das cidades brasileiras ocorre sem orientação do poder público, que se limita a atuar apenas de maneira corretiva, isso atrelado à especulação imobiliária que gerou, nas grandes cidades, um processo de desconcentração urbana em direção à periferia, devido a esse crescimento desordenado das cidades, áreas de várzeas e áreas marginais foram pressionadas à ocupação pelo valor imobiliário, essas áreas são invadidas, e a consequência imediata é o aumento da poluição (TUCCI, 2008).

A água exerce um papel importante no meio urbano, havendo necessidades de atendimento a demandas diferenciadas, questões relativas à sua qualidade, disponibilidade e escoamento de águas de chuva. A vulnerabilidade a eventos pluviais de algumas cidades é alta, o que agrava a situação de pobreza na periferia. Os maiores prejuízos não são necessariamente materiais, mas sociais. O conceito sustentabilidade surgiu da preocupação com o uso de forma exploratória dos recursos naturais, sendo discutido em diversas conferências internacionais que culminaram em documentos como o Relatório Brundtland e a Agenda 21.

A sustentabilidade urbana é definida em parte como a capacidade das políticas urbanas se adaptarem à oferta de serviços, à qualidade e à quantidade das demandas sociais, buscando o equilíbrio entre as demandas de serviços urbanos e investimentos em estrutura (ACSELRAD,



16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

1999). No entanto, também são imprescindíveis para a sustentabilidade urbana o uso responsável dos recursos naturais, a boa forma do ambiente urbano baseado na interação com esses recursos, além das respostas às necessidades urbanas com o mínimo de transferência de dejetos e rejeitos para outros ecossistemas atuais e futuros.

Um dos principais instrumentos relacionados à sustentabilidade são os indicadores. As principais características pertinentes aos indicadores são a capacidade de avaliar condições existentes e tendências; a possibilidade de efetuar comparações nas escalas temporal e local; a possibilidade de avaliar as condições e tendências em relação às metas e objetivos; bem como habilidade em fornecer informações de advertência e antecipar condições e tendências

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada, inicialmente, uma pesquisa descritiva de natureza exploratória, com o objetivo de buscar condições potencialmente problemáticas relacionados ao manejo de águas pluviais e também levantar os princípios de sustentabilidade dispersos nas diversas publicações sobre o tema. Alterações no uso do solo afetam a hidrologia das seguintes maneiras: mudanças no volume de escoamento superficial, mudança nas características de fluxo de pico do escoamento superficial, alteração na qualidade da água, mudanças nos “serviços” hidrológicos (PAUL e MEYER, 2001, MANGO *et al.* 2011; GARG *et al.*, 2012; YAN e EDWARDS, 2013).

Princípios gerais estão presentes de forma dispersa na literatura sobre sustentabilidade, possuindo, na maior parte das vezes, caracteres genéricos e abertos, podendo ser aplicados a qualquer situação, em qualquer lugar. Como método para estabelecer os princípios específicos para o manejo de águas pluviais, buscou-se identificar, dentre os princípios genéricos, quais aspectos teriam relação com tal manejo. Foi feita uma releitura e uma interpretação dos princípios genéricos, buscando sua adequação aos problemas referentes às águas pluviais urbanas.

Quadro1. Etapas concluídas e a serem finalizadas e metodologias utilizada para obtenção dos respectivos produtos.

ETAPAS CONCLUÍDAS	
Produtos Obtidos	Métodos Utilizados
Condições Potencialmente Problemáticas Relacionados ao Manejo de Águas Pluviais	Levantamento em materiais bibliográficos relacionados ao tema.
Princípios gerais de sustentabilidade	Levantamento em materiais bibliográficos relacionados ao tema.
Princípios específicos de sustentabilidade aplicados ao manejo de águas pluviais	Correlação com os princípios gerais
PRÓXIMA ETAPA A SER CONCLUÍDA	
Produto a se Obter	Métodos A Ser Utilizado
Conjunto de Indicadores de sustentabilidade	Método Delphi

Com relação a obtenção do conjunto de indicadores, foi feita uma busca em literatura de possíveis indicadores que sejam adequados à busca de um manejo de águas pluviais mais sustentável. A partir desse levantamento, será realizado, utilizando Método DELPHI, uma seleção



16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

definitiva dos indicadores a fazer parte do sistema e que sejam capazes de monitorar os problemas relacionados ao manejo inadequado de águas urbanas.

O Método DELPHI é baseado no princípio que as previsões por um grupo estruturado de especialistas são mais precisas se comparadas às provenientes de grupos não estruturados ou individuais. O Método é especialmente recomendável quando não se dispõe de dados quantitativos ou estes não podem ser projetados para o futuro com segurança, em face de expectativa de mudanças estruturais nos fatores determinantes das tendências futuras. (GIOVINAZZO, 2001). De modo geral, o Método se distingue por três características básicas: 1) anonimato, 2) interação com "feedback" controlado, 3) respostas estatísticas do grupo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado primário desse estudo foi a obtenção de princípios específicos relacionados ao manejo de águas pluviais, foram treze no total, obtidos a partir da correlação dos princípios genéricos de sustentabilidade, que foram compilados por meio de busca na literatura relacionada ao tema da sustentabilidade.

A partir de consultas a bibliografias ligadas ao tema de manejo de águas pluviais, foram identificados 36 problemas e suas respectivas causas. Em seguida, buscou-se fazer uma nova correlação entre tais problemas e os 13 princípios específicos propostos para o manejo de águas pluviais.

Além das inundações, alguns dos problemas atualmente enfrentados pela gestão de águas pluviais incluem (SILVEIRA, 2002): a entrada das águas das chuvas nas redes de esgoto sanitário e vice-versa, comprometendo o funcionamento adequado dos respectivos sistemas; poluentes, como metais pesados e óleos provenientes de telhados, ruas e estacionamentos, além de nutrientes, pesticidas e herbicidas de jardins parques e loteamentos são diluídos nos escoamentos superficiais até os cursos d'água receptores; a impermeabilização das superfícies esgota aquíferos ao reduzir sua recarga natural; fluxos em alta velocidade causam erosão e, conseqüentemente, assoreamento de córregos, rios e estuários. A rápida remoção de água pluvial de áreas urbanas impede que ela seja utilizada, por exemplo, para fins não potáveis e para paisagismo.

A seleção, o desenvolvimento e a utilização de medidas de mensuração e avaliação da sustentabilidade em qualquer nível devem levar em consideração alguns princípios ou características. Eles são orientações para a avaliação de todo o processo, desde a escolha e o projeto dos indicadores e sua interpretação até a comunicação dos resultados, sendo princípios inter-relacionados que devem ser aplicados de forma conjunta. Foram criados para serem usados, tanto para iniciar processos de avaliação do desenvolvimento sustentável, quanto para avaliar processos já existentes de qualquer instituição, desde comunidades locais e empresas até organismos internacionais (HARDI, 1997).

4. CONCLUSÃO

O atual planejamento urbano necessita de mudanças, deve ser integrado, regional e com participação pública efetiva, pois, a população é a parte mais afetada pelos impactos causados pela chuva. Faz-se, também, necessária à implementação de equipes preparadas tecnicamente e



Encontro Nacional
de Águas Urbanas

ABRH

16, 17 e 18 de setembro de 2014

Hotel Maksoud Plaza

São Paulo – SP

independentes economicamente, principalmente em cidades com problemas constantes de enchentes e inundações. É necessária também a implantação de legislação adequada de uso do solo e de controle de enchentes.

Inicialmente, buscou-se sistematizar princípios genéricos de sustentabilidade e, a partir dessa sistematização, elaborar uma lista de princípios específicos para o contexto do manejo de águas pluviais. Como resultado, foram propostos 13 princípios específicos e, em seguida correlacionar estes princípios aos problemas específicos de águas urbanas, no total foram 36 problemas encontrados dispersos em diferentes bibliografias relacionadas ao tema.

Como próxima etapa, a obtenção de um conjunto de indicadores será importante para auxiliar o agente responsável pela resolução dos problemas nas tomadas de decisões. Pois, é possível a partir da elaboração específica de indicadores de sustentabilidade relacionados à drenagem urbana e águas pluviais estabelecer novos procedimentos e análises que funcionarão como suporte as tomadas de decisão de uso e ocupação do solo para que se evitem situações de risco.

REFERÊNCIAS

GIOVINAZZO, R. A. Modelo de aplicação Delphi pela Internet: Vantagens e Ressalvas. *Administração On Line: prática e pesquisa de ensino*. v. 2, n. 2, abr. /jun. 2001.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. *Estudos Avançados*. São Paulo, v. 22, n. 63, 2008

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*, 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

ACSELRAD, H. 1999: “Discursos da sustentabilidade urbana”. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*. ANPUR, nº1.

GARG, V.; KHWANCHANOK, A.; GUPTA, P. K.; AGGARWAL, S. P.; KIRIWONGWATTANA, K.; THAKUR, P. K.; NIKAM, B. R. 2012: Urbanisation Effect on Hydrological Response: A Case Study of Asan River Watershed, India. *Journal of Environment and Earth Science*. Vol 2, No.9, 2012.

HARDI, P. 1997: Assessing sustainable development: principles in practice. *Winnipeg: Canadian Cataloguing in Publication Data*.

MANGO, L. M., MELESSE, A. M., McCLAIN, M. E., GANN, D., and SETEGN, S. G. 2011: Land use and climate change impacts on the hydrology of the upper Mara River Basin, Kenya: results of a modeling study to support better resource management, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 15, 2245-2258, doi:10.5194/hess-15-2245-2011, 2011.

SILVEIRA, A.L.L., 2002: Problems of Modern Urban Drainage in Developing Countries. *Water Science & Technology* Vol 45 No 7 pp 31–40

YAN, H. EDWARDS, F. 2013: Effects of Land Use Change on Hydrologic Response at a Watershed Scale Arkansas. *J. Hydrology Eng.* 18(12), 1779-1785. 2013.