

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA REDESENHO DE COMUNIDADES INFORMAIS - CONSTRUÇÃO DA RESILIÊNCIA DIANTE DO ESTRESSE HÍDRICO.¹

LUIZ FERNANDO FLORES CERQUEIRA²
LUCIENE PIMENTEL DA SILVA³

Introdução

Durante o Século XX aumentou de forma expressiva a expectativa de vida em todo o mundo. No Brasil a população praticamente decuplicou, de 17,4 milhões em 1901, para 169,6 milhões em 2000 (IBGE, 2000). O crescimento populacional se concentrou, no entanto, nos centros urbanos. O censo de 2010 apurou a população urbana em 84% (IBGE, 2013). Entretanto, as reservas naturais de água são limitadas, e a distribuição espacial dos recursos hídricos não é uniforme.

Ao mesmo tempo, esse crescimento populacional urbano ocorreu condicionado à insuficiência de políticas públicas para habitação, levando à ocupação de terrenos ambientalmente frágeis, seja por sua localização geográfica, como regiões ripárias, de baixadas e íngremes, ou por sua situação jurídica de indefinição fundiária (CERQUEIRA E PIMENTEL DA SILVA, 2013). Observa-se ainda que nessas áreas frágeis e de paisagem degradada se desenvolvem as favelas, com ocupação informal, onde o crescimento populacional se dá a taxas maiores do que no restante da cidade (UN, 2006), sendo a infraestrutura urbana improvisada e insuficiente.

Foram várias as políticas e programas no país, sobretudo nos grandes centros urbanos, para suprimento de habitação e melhoria da qualidade de vida nas áreas de interesse social (BONDUKI, 2004, 2009). Nesses programas, o modelo proposto para drenagem das águas pluviais e demais aspectos da infraestrutura urbana replicaram de forma improvisada a sistemática convencional para implantação da infraestrutura dos espaços formais das

1. Agradecemos ao CNPq e à FAPERJ pelo apoio financeiro à Pesquisa, à Escola Municipal Professor Teófilo Moreira da Costa e SME/PCRJ, à Associação de Moradores da Vila Cascatinha, ao Professor Mauro Kleiman do IPPUR/UFRJ.

2. Arquiteto Urbanista, Mestre em Engenharia Ambiental (PEAMB-UERJ) e Doutor em Meio Ambiente (PPG-MA-UERJ). Email:lfernandocerqueira@gmail.com.

3. Professora Associada, Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente, Programa de Pós Graduação em Meio Ambiente, UERJ, Coordenadora do Projeto HIDROCIDADES, Líder do Grupo de Pesquisa de Estudos de Hidrologia e Planejamento de Recursos Hídricos, GRHIP. Email:luciene.pimenteldasilva@gmail.com.

idades. Tal sistemática convencional por sua vez, já vem sendo superada por propostas que levam em consideração de forma explícita a sustentabilidade ambiental. Embora as Leis 9433/97 (define a política e o sistema nacional para gerenciamento de recursos hídricos) e 11.445/07 (estabelece a política e as diretrizes federais para saneamento básico) tenham trazido avanços importantes na proposta de articulação entre o planejamento e a gestão de recursos hídricos, saneamento básico e a política de uso e ocupação do solo, ainda não é possível observar na escala local, municipal, a reversão da paisagem de degradação ambiental e baixa qualidade de vida das áreas de ocupação informal e de interesse social.

Ao mesmo tempo, no contexto internacional, já reconhecendo a insuficiência da abordagem clássica para projetos de infraestrutura urbana, já a partir da década de 1990, surgiram iniciativas inovadoras para o planejamento urbano integrado com foco na conservação e racionalização do uso da água, entre elas: o *Low Impact Design - LID* (COFFMAN, 2002) e o *LIUDD* (VAN ROON, 2005 e 2006). Nessas propostas, o desenvolvimento urbano se dá dentro dos princípios da gestão participativa e a água pluvial, dotada de valor ambiental, assume papel de fio condutor no projeto de desenho urbano. Neste sentido Wu e Wu (2013) realçam a importância do desenvolvimento de uma resiliência ecológica associada ao desenho e planejamento urbano, focado nas próximas décadas do século XXI.

No Brasil, embora ainda com defasagem em relação a outros países, vem se consolidando a proposta do desenvolvimento urbano de baixo impacto (POLETO, 2011; SILVEIRA *et al.*, 2009; MARTÍNEZ e POLETO, 2014).

Soma-se a essas questões, a problemática do aquecimento global, das mudanças climáticas e maior frequência de ocorrência de desastres naturais. Entre 2008 e 2012 as enchentes atingiram 1.543 municípios (27,7% do total), resultando em 1,4 milhão de pessoas desalojadas ou desabrigadas (IBGE, 2013). Em 2014 e 2015, os baixos índices pluviométricos, sobretudo nas regiões Sudeste e Nordeste, contribuíram para a atual crise no abastecimento público de água. Nesse contexto, os economicamente menos favorecidos, que habitam as áreas de risco, densamente ocupadas, são os mais vulneráveis

Diante da natureza complexa (MORIN, 2004) da problemática que acompanha o objeto de estudo desta pesquisa, verifica-se a necessidade da busca pela transdisciplinaridade, o que segundo Ahern (2013) é um caminho inevitável para a concepção da cidade do futuro, bem como para o enfrentamento das questões associadas à sustentabilidade dos grandes conglomerados urbanos.

O objetivo desse trabalho é a apresentação de *framework* que descreve etapas e sequenciamento em proposta de projeto de redesenho urbano de espaços informais das cidades, alinhado com as perspectivas e medidas do desenvolvimento urbano de baixo impacto, sobretudo para as comunidades e favelas de áreas periféricas de baixada que caracterizam vetores de expansão dos grandes centros urbanos. O trabalho é parte dos esforços de pesquisa e extensão do Projeto *Hidrocidades*, vinculado à Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ e composto por pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento. O foco central do *Hidrocidades* está nas questões relacionadas à conservação e uso racional da água através de ações inovadoras que promovam também geração de renda, inclusão social, cidadania e melhoria da qualidade de vida (PIMENTEL DA SILVA *et al.*, 2008)ⁱ.

Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (DUBI)

O DUBI caracteriza-se como uma nova estratégia para o desenvolvimento urbano dentro das perspectivas do desenvolvimento sustentável. Está dentro da trajetória evolutiva das chamadas *Best Management Practices* ou BMPs (POLETO, 2011), que surgiram do reconhecimento de que a concepção clássica dos projetos de drenagem não eram suficientes diante da dinâmica do crescimento urbano que se consolidou ao longo do Século XX.

A tentativa de superar a deficiência dos chamados sistemas higienistas, nos quais se busca, o rápido afastamento das águas pluviais para jusante, deu lugar ao reconhecimento das águas pluviais por seu valor ambiental e à busca de medidas, muitas vezes referenciadas como compensatórias (BAPTISTA *et al.*, 2005), que promovem infiltração e armazenamento das águas pluviais para conservação e uso racional da água (PIMENTEL DA SILVA e MARQUES, 2010; SOUZA *et al.*, 2012).

As BMPs evoluíram em vários países para propostas mais abrangentes, que vão além da aplicação de dispositivos inovadores no projeto de drenagem, recebendo diferentes nomenclaturas conforme seus desdobramentos nas diferentes culturas e países. Fletcher *et al.* (2014) apresentaram uma discussão dos diferentes jargões que têm sido usados na atualidade para caracterizar as diferentes iniciativas para o desenvolvimento urbano sustentável em diferentes nações do mundo a fim de documentar a história recente e a evolução das terminologias em drenagem urbana: *Low Impact Design - LID* (COFFMAN, 2002), *Water Sustainable Urban Design - WSUD* (LLOYD, 2003), *Sustainable Urban Drainage System - SUDS* (CHATFIELD, 2005) e *Low Impact Urban Design and Development - LIUDD* (VAN ROON, 2005 e 2006).

De forma abrangente essas abordagens tomam a preservação da água como fio condutor e a região da rede de drenagem é tomada como área de planejamento e gestão – não necessariamente uma bacia hidrográfica inteira, mas uma parcela da mesma. Os processos de gestão participativa são incentivados em diferentes níveis. Na concepção dos dispositivos de drenagem é priorizada a construção de elementos que favoreçam a infiltração e conservação da água. Entre os elementos de drenagem inovadores empregados no DUBI destacam-se: trincheiras e poços de infiltração, caixas d'água e cisternas para armazenamento das águas pluviais, telhados verdes, valas de bioretenção, leitos de infiltração e evaporação, caixas de rolamento e passeios com pavimentos permeáveis, adoção de estruturas dentro das edificações que proporcionem a redução do consumo de água, proteção e restauração de “*wetlands*” dentro das cidades, tais como alagados, pântanos e manguezais (BRACEY *et al.*, 2008; VAN ROON, 2012).

Busca-se retroceder o comportamento hidrológico às condições pré-urbanização. Diferente da concepção dos projetos de drenagem convencionais, onde a rede de drenagem natural é alterada por conta de operações de terraplenagem e inserção de circuito hidráulico. A proposta no desenvolvimento urbano de baixo impacto é restaurar a rede de drenagem natural, preservar a mata ripária (ciliar), e evitar ocupação urbana nas faixas marginais. O DUBI, no entanto, vai além das questões de drenagem, já que envolve aspectos holísticos sobre os ecossistemas, questões sociais e culturais, perpassando pela política e pela estrutura para gestão pública desses sistemas, geração de trabalho e renda

em um novo contexto e a descentralização dos serviços de infraestrutura urbana – buscando a solução local das questões. Visa também, preservar a água e a mitigação de vários outros aspectos dos impactos da urbanização. As medidas de controle com foco na água impactam de forma transversal outras questões.

Na Nova Zelândia estes conceitos e práticas vinham evoluindo desde os fins da década de 1990 para que pudessem incorporar além dos aspectos da abordagem LID, outros, com foco nos efeitos adversos como físico-químicos, biodiversidade, social, econômico, e amenidades da natureza, protegendo a integridade ecológica dos sistemas aquáticos, ainda que permitisse o desenvolvimento urbano em diferentes densidades ou intensidades.

O LIUDD incorporou princípios ecológicos da chamada arquitetura verde, das experiências com ecovilas, “gestão integrada das três águas” (abastecimento, servidas e esgotos, drenagem) do WSUD, além do desenho de sistemas alternativos para a gestão de águas servidas, dos conhecimentos sobre economia e meio ambiente, planejamento regional *versus* urbano, recuperação da paisagem e pesquisa no desenho, na implementação, operação e manutenção dos dispositivos e sistemas alternativos para a gestão das águas pluviais.

Destaca-se que o LIUDD foi proposto e tem norteado a urbanização de áreas periurbanas na Nova Zelândia, muitas ocupadas por grupos associados ao povo Maori, e ainda pouco impactadas, onde se percebeu um foco centrado no respeito e na preservação dos nativos e da biodiversidade. Há também referência clara aos processos participativos de tomada de decisão, envolvendo políticas de disseminação de hábitos pessoais que possam diminuir a pressão sobre a água enquanto recurso natural (VAN ROON, 2006).

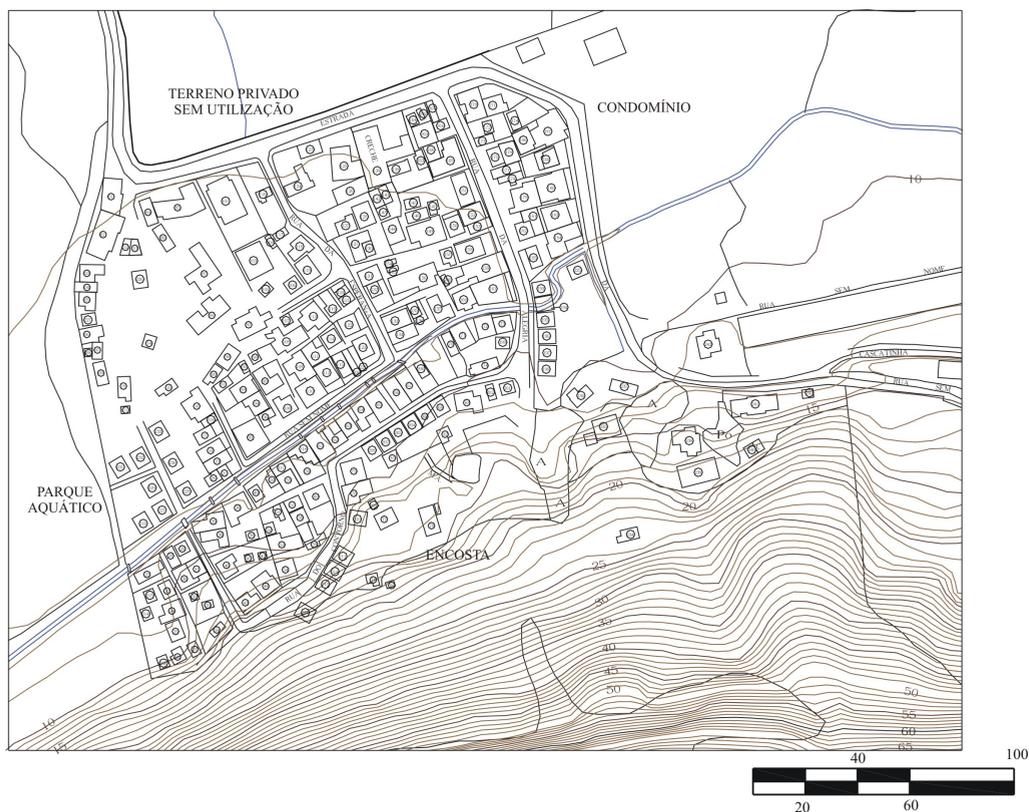
Área de estudo

Foi tomada como objeto de estudo a comunidade Vila Cascatinha localizada na região da baixada de Jacarepaguá, no bairro de Vargem Grande, região que constitui um dos principais vetores de crescimento da cidade do Rio de Janeiro e onde está localizado o aparelhamento para a realização de várias modalidades esportivas das Olimpíadas de 2016. Observa-se na região da baixada de Jacarepaguá o estabelecimento de diversos assentamentos informais. A comunidade escolhida está inserida na região de drenagem da bacia hidrográfica do rio Morto. No trecho de jusante o rio foi retificado e constitui o chamado canal de Sernambetiba que deságua direto no oceano, na praia da Macumba. Este trecho do rio encontra-se bastante degradado, comprometendo por vezes o uso da praia.

A Vila Cascatinha é representativa da tipologia das favelas de baixada, encontradas nos bairros de Vargem Grande e Vargem Pequena no Rio de Janeiro. Na comunidade estudada observa-se a grande concentração de moradias sem área de circulação entre as mesmas e o traçado urbano fragmentado e desarticulado. A área é delimitada à esquerda pelos muros de um parque de águas; à direita por um condomínio de casas; à frente, ao longo da Estrada da Cascatinha, por um terreno desocupado e murado de propriedade privada e; atrás por terreno escarpado denominado Morro do Bruno. Nesse local nasce o canal do Bruno, que recebe (canalizado) os efluentes do condomínio vizinho e grande parte dos efluentes e resíduos da Comunidade Vila Cascatinha.

A comunidade surgiu a partir do movimento de pessoas pertencentes à classe trabalhadora do bairro a partir de 1991, para ocupar as terras, originariamente alagadiças, onde hoje ela está assentada. Não foi identificado proprietário legal para as terras ocupadas. O local está nas imediações da Estrada dos Bandeirantes, principal artéria do bairro de Vargem Grande, distante cerca de 2 km da centralidade do bairro. Segundo dados fornecidos pelo Sr. Guimarães, que foi ativo Presidente da Associação de Moradores entre 2004 e 2008, o assentamento possuía no último levantamento, realizado em 2006, cerca de 800 pessoas, área total de 37.946,81 m², sendo a área dos lotes igual a 24.282,73 m², área das vias igual a 8.375,81m² e área de lazer 5.288,27 m² (área da encosta) (Figura 1). Mais da metade de seus moradores descendem de antigos produtores rurais da região, em um período em que aquela área da cidade tinha como função o abastecimento do Rio de Janeiro com produtos vegetais, sobretudo hortaliças (CERQUEIRA *et al.*, 2007).

Figura 1 – Desenho urbano atual da Vila Cascatinha, Vargem Grande, Jacarepaguá – Rio de Janeiro. Fonte: Adaptado a partir de base cartográfica do Instituto Pereira Passos – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.



Materiais e métodos

Esse trabalho foi desenvolvido nas bases metodológicas da Pesquisa-Ação proposta por Thiollent (2008), que inclui a integração dos saberes científicos aos saberes tradicionais, com vistas à construção colaborativa de soluções para problemas reais. Esse trabalho está alinhado, também, ao movimento de Tecnologia Social (NEFFA e RITTO, 2009) que propõe a identificação de vocações de um determinado grupo populacional com vistas a traçar estratégias para o rompimento da ordem estabelecida e promoção da educação ambiental por meio do trabalho. O intercâmbio de conhecimentos entre cientistas e atores sociais é defendido também em Silva *et al.* (2013).

Neste trabalho optou-se por adaptar o LIUDD com origem na Nova Zelândia à realidade Brasileira. Foi identificado no conjunto de impressões e diretrizes que norteiam o LIUDD maior aderência à problemática das comunidades informais de regiões periurbanas das grandes cidades brasileiras, sobretudo o Rio de Janeiro.

Os princípios que norteiam o LIUDD foram preservados no *framework* proposto: 1) trabalho em consonância com a natureza, adotando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, mantendo a integridade dos sistemas e minimizando a pegada ecológica; 2) minimização dos impactos através da seleção de espaços adequados, com uso eficiente dos serviços que o próprio ecossistema pode proporcionar e maximização do uso dos recursos naturais locais, contendo e minimizando a geração de resíduos; 3) Estímulo às alternativas de desenvolvimento que restauram as condições naturais, aumentando a eficiência da infraestrutura. Na escala local, proposição da busca das condições pré-urbanização visando solo, água e ciclo de nutrientes. Otimização do reúso e/ou reciclagem, minimizando demandas e descargas externas. Integração da gestão das “três águas” dentro dos limites da área de drenagem, em escala local. Redução e contenção de contaminantes. Proteção à população nativa, acompanhada da sensibilização quanto aos valores culturais, históricos e da biodiversidade (terrestre e aquática). Redução das necessidades de mobilidade (pessoas e materiais).

Em 2006 foi realizado trabalho de campo que além da caracterização geral da população local, buscou a caracterização das áreas externas do assentamento, morfologia, levantamento das características internas das habitações, apropriação de informações censitárias e percepção dos moradores sobre seus principais problemas.

Os resultados dessa pesquisa foram reportados em Cerqueira *et al.*, 2007. De acordo com a percepção dos moradores sobre suas próprias questões, foram destacadas: a proliferação de ratos, a preocupação com a qualidade da água usada para consumo (clandestino de uma adutora próxima ou de poços rasos), e também das águas do canal do morro do Bruno que corta a comunidade, já que recebe os despejos de efluentes e resíduos sólidos, além das enchentes recorrentes, sobretudo no verão. Este levantamento, após aprofundamento dos contatos com os moradores através de reuniões e organização de eventos de mobilização em torno da temática da água, foi ampliado.

Nesta segunda pesquisa de percepção buscou-se explorar de forma mais específica a percepção dos moradores da Comunidade Vila Cascatinha sobre impactos ambientais no espaço do assentamento e entorno, sobre a disposição de envolvimento em processos

participativos para solução de problemas, sobre alternativas para abastecimento de água, disposição de resíduos, interesse no ingresso em novas atividades com possibilidade de geração de trabalho e renda associadas aos princípios do DUBI (entre outras, usina de reaproveitamento/reciclagem de resíduos sólidos, usina de compostagem, atividades agrícolas, controle da qualidade das águas) e, finalmente, sobre o grau de conhecimento e impressão sobre os dispositivos inovadores de drenagem propostos no DUBI para a conservação e uso racional da água (entre outros, caixas d'água e cisterna de águas pluviais, telhados verdes, trincheiras e poços de infiltração, pavimentos permeáveis).

No Projeto *Hidrocidades*, além da articulação com os moradores da comunidade Vila Cascatinha e demais moradores de Vargem Grande, através da Associação de Moradores de Vargem Grande (AMA Vargem Grande), foi estabelecido como espaço de ação do Projeto, a Escola Municipal Professor Teófilo Moreira da Costa.

Na Escola foram realizados eventos de mobilização e oficinas envolvendo os pais dos alunos (em grande quantidade moradores da Vila Cascatinha) e unidades demonstrativas de captação de águas pluviais, usina de compostagem, telhado verde para prática da agricultura urbana.

Neste contexto, foram os alunos da segunda fase do Ensino Fundamental articulados com as professoras de Geografia e de Ciências, que realizaram as perguntas junto aos moradores. A estratégia visou deixar os moradores mais à vontade em suas respostas, já que foi observado durante as reuniões com moradores uma certa intimidação e preocupação exagerada com sua imagem diante dos professores e pesquisadores da Universidade.

Desta forma, o *framework* apresentado a seguir foi gradativamente sendo estruturado e otimizado, de forma a possibilitar a repetição dos procedimentos adotados dentro dos princípios do LIUDD adaptados à realidade local e à outras comunidades. Como será descrito a seguir, o *framework* em sua etapa final compreende a proposição do novo desenho urbano adequado ao contexto. Além dos procedimentos metodológicos consolidados no *framework* proposto, os resultados apresentados a seguir compreendem também a demonstração do novo desenho urbano proposto aplicado ao espaço ocupado pela comunidade Vila Cascatinha. O desenho urbanístico sustentável, embora inovador e alternativo, está alinhado às metodologias internacionais de tratamento do espaço urbano (VAN ROON, 2012).

Framework para a implantação do DUBI em comunidades informais

A Figura 2 apresenta o *framework* proposto para redesenho urbano de assentamentos informais dentro dos princípios do LIUDD. O *framework* é caracterizado por três estágios principais: Iniciais; Diagnóstico e Projeto.

As ***Etapas Iniciais*** envolvem a aproximação e formação de vínculos entre pesquisadores e comunidade, que podem ser estabelecidos através da Associação de Moradores ou similares.

Entende-se que este é um ambiente propício para as articulações. Segue-se a apresentação do projeto/plano, identificação de lideranças, que possam contribuir para a divulgação do mesmo, além da localização de eventuais informações (censitária e cartográficas) sobre o assentamento. Softwares de uso livre, como o Google Earth, podem

ser usados como recurso e auxiliar na atualização de informações. Essas informações permitirão a confecção da base cartográfica, que com a adição de informações da etapa seguinte de diagnóstico, servirão para a formulação do novo desenho, na etapa de Projeto.

Para a disseminação da informação são realizadas reuniões, que devem ocorrer em “local neutro”. É muito comum nas Comunidades a existência de subgrupos: associados à cultura religiosa, famílias numerosas, entre outros. A aproximação maior a um grupo em detrimento a outro, pode levar à fragmentação indesejável nos processos participativos. Todos devem se sentir incluídos.

Às etapas iniciais, seguem *etapas de diagnóstico*, em que são aprofundadas as relações com as lideranças e outros moradores para reconstrução do histórico da ocupação, identificação de informações sobre as questões fundiárias e levantamento e mapeamento da infraestrutura urbana existente. Nessa fase o levantamento de informações deve ser feito de forma estruturada, eventualmente por entrevistas. Nessa etapa também devem ser estabelecidos os contatos com os representantes do poder público, que possam instituir representantes para participação em reuniões e fornecer informações cadastrais existentes. Se o fomentador das ações para o novo desenho urbano for o próprio poder público, essas relações já terão sido estabelecidas durante as etapas iniciais e as informações talvez tenham sido ponto de partida. Nessa etapa também são elaborados mapas temáticos.

As entrevistas devem prospectar a caracterização da população (informações censitárias); seus saberes, habilidades e anseios; as condições internas das moradias, questões de saúde (tanto do assentamento quanto da população da bacia hidrográfica em que se insere), assim como sua percepção ambiental e aderência às propostas de dispositivos físicos para gestão das “três águas” do LIUDD. É gerada a matriz de impactos ambientais (podendo ser utilizada para análise a ferramenta denominada cadeia causal, CERQUEIRA, 2006).

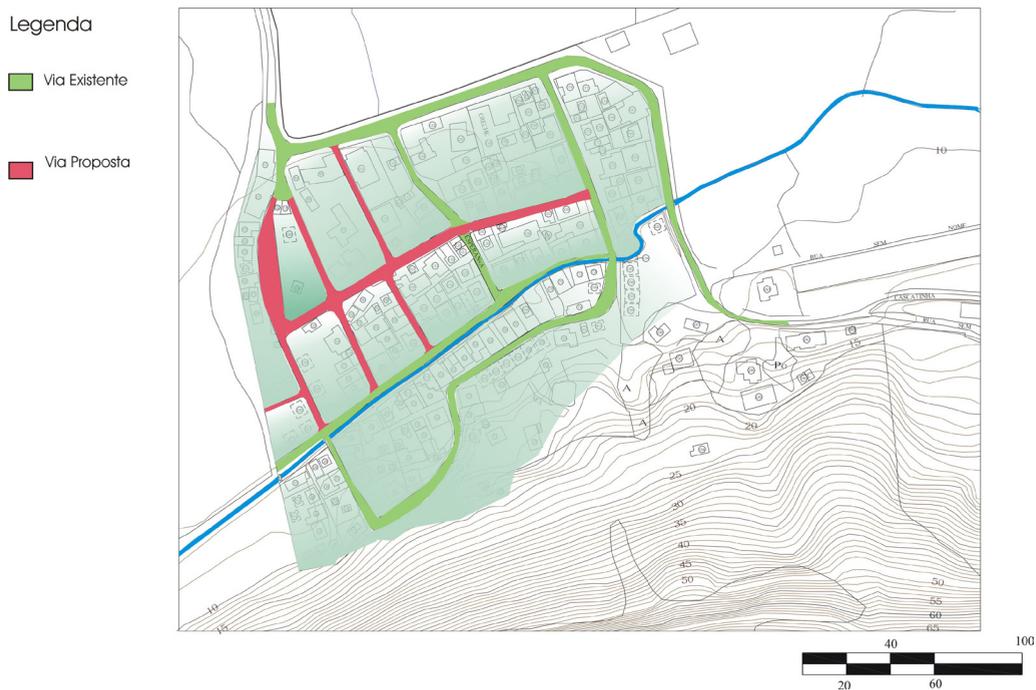
A partir da apuração dos resultados das entrevistas, análise da cadeia causal e análise de planos anteriores (sucessos e fracassos), dimensionam-se as demandas e expectativas da Comunidade com vistas à elaboração de propostas que devem ser consolidadas de forma participativa.

A última etapa é a de **Projeto**. O ponto de partida é o desenho atual do assentamento. Uma situação tipicamente observada nos assentamentos informais é a grande concentração de pessoas e a localização das edificações sem o prévio estabelecimento de quadras ou arruamento. Deve-se iniciar pelo desenho do alinhamento, redefinição das quadras e do sistema viário. De forma concomitante, garantir espaços para eventuais remanejamentos (que deverão ser evitados) e estabelecimento de áreas de lazer. Segue-se a elaboração dos projetos das redes de infraestrutura e da gestão das “três águas”, levando em consideração a escala local, mantendo a priorização por medidas não estruturaisⁱⁱ, conforme Bienenstein *et al.* (2011), valendo-se dos dispositivos naturais para a drenagem e que fazem parte do LIUDD, aproveitando as declividades naturais do terreno, minimizando intervenções, custos, garantindo eficiência dos dispositivos e serviços.

O Projeto de desenho urbano proposto a partir da aplicação do *framework* é demonstrado através do estudo de caso da Vila Cascatinha, como uma espécie de validação desta proposta inovadora. O desenho atual exibido na Figura 1 foi o ponto de partida. O desenvolvimento do novo desenho é demonstrado através de alguns “desenhos-chave”

A Figura 3 apresenta o novo traçado de quadras com vistas a melhorar a permeabilidade do tecido urbano garantindo acesso a serviços como transporte de mudanças, trânsito de pessoas com dificuldades de locomoção, compras de supermercado, bem como resgate de saúde. Para isso, foi objetivada também a eliminação do maior número possível de pontos de estrangulamento do sistema viário, ou seja, aquelas situações em que a largura do logradouro é reduzida a valores abaixo do mínimo recomendável e desejável, e limitantes à implantação de infraestrutura.

Figura 3: Novo traçado e Divisão de Quadras da Vila Cascatinha. Fonte: CERQUEIRA (2012).



O Tratamento de áreas públicas de infraestrutura urbana teve seu foco na questão da conservação das águas pluviais. Essa situação se deve ao fato de os problemas narrados pelos moradores nas entrevistas, estarem intimamente ligados ao tema, como nos casos de inundações, proliferação de vetores e insetos, refluxo de esgotos, entre outras situações. Outro fator que justifica esta abordagem é o fato do assentamento estar localizado em uma área de baixada, por esse motivo possui situação de manejo de águas pluviais mais complexa, já que as marés condicionam situações de enchentes urbanas.

As metodologias de urbanização sustentáveis que serviram de referencial para este novo desenho urbano, possuem maior sensibilidade à conservação da água, recurso natural que pode e deve ser aproveitado. Foi proposta como solução para as questões associadas à drenagem do assentamento a utilização de estruturas associadas ao LIUDD (Figura 4).

Especificamente, neste projeto, foram adotados pavimentos permeáveis, bacias de retenção e detenção, jardins de infiltração, áreas de lazer dotadas de mecanismos de infiltração e detenção de águas pluviais e trincheiras de infiltração. A ampliação de áreas verdes urbanas possui múltiplos benefícios. A incidência destas áreas em detrimento às áreas cinzas é adotada como indicador de qualidade ambiental, conforme destacado em Moreno *et al.* (2007). A seguir serão detalhadas as situações e contextos em que cada uma destas estruturas foram propostas.

As trincheiras de infiltração foram implantadas ao longo das vias internas do assentamento para que possam atuar como condutoras das águas pluviais e ao mesmo tempo proporcionar a infiltração dessas águas no solo.

Foram propostos dois reservatórios de retenção de águas pluviais nos fundos do assentamento com vistas a absorver o quantitativo de água vindo da encosta e assim reduzir a quantidade e a força mecânica com que o escoamento das águas superficiais atinge os pontos de cotas mais baixas do assentamento. Esses reservatórios, por ficarem constantemente preenchidos com água, podem ser utilizados para ornamentação. Os jardins de infiltração foram distribuídos ao longo da Estrada da Vila Cascatinha, pois além de ser o principal acesso à comunidade, essa via possui uma largura maior e por isso possibilita investimentos em soluções que possam, ao mesmo tempo, contribuir para a drenagem, para a ornamentação e criação de recantos onde possam ser ampliados os laços e vínculos comunitários.

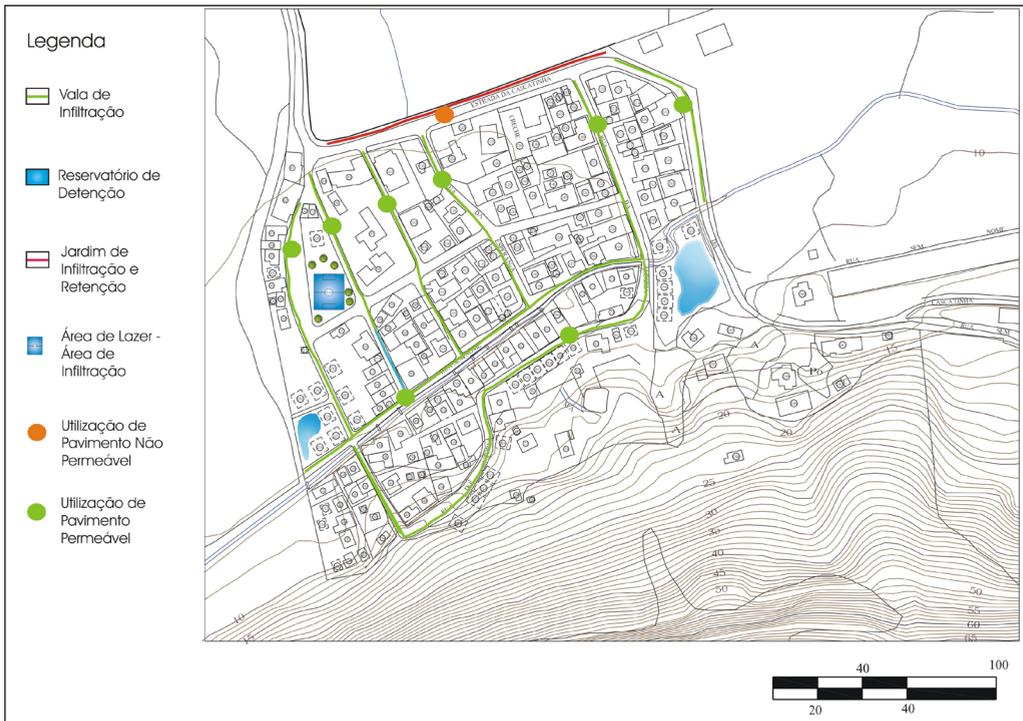
Em uma das quadras iniciais do assentamento foi proposta a implantação de área de lazer, com equipamentos esportivos, que possam também servir como reservatório de detenção. Assim seriam utilizados para lazer nos períodos de tempo seco e nos dias chuvosos iriam colaborar no retardo das águas pluviais.

Nas vias internas do assentamento foi proposta a utilização de pavimentos permeáveis como mecanismo de colaboração na recarga dos aquíferos. Já no caso da Estrada da Vila Cascatinha não foi adotada essa solução pelo fato de se tratar de uma via com tráfego de veículos pesados.

Foi utilizado o conceito de *Retrofit* de vias abordado em Ashley *et al.* (2011), que consiste na intervenção urbanística de vias públicas consolidadas (como a Estrada da Cascatinha, por exemplo), a implantação de dispositivos que contribuam para o aumento da área verde, aumento da área de solo permeável e melhoria da ambiência urbana. Ressalta-se que as estruturas preconizadas no tratamento de áreas públicas e drenagem urbana se diferenciam bastante das soluções convencionais.

Considerando a importância do processo conduzido na Vila Cascatinha, e a identificação de Tucci (2002) do abismo existente entre o estágio de desenvolvimento de metodologias sustentáveis em países desenvolvidos e países em desenvolvimento, e a necessidade de pesquisa por técnicas de tratamento urbano que resultem em uma maior manutenção das características hidrológicas anteriores à urbanização e ao adensamento (SOUZA *et al.*, 2012), e considerando ainda a necessidade de superação das barreiras, inclusive na maneira atual como é feita a gestão da infraestrutura urbana, elaborou-se uma consolidação de etapas da confecção de um Plano de Ação com os comentários e apontamentos pertinentes a cada etapa do processo. Pretende-se com isso contribuir para a atuação de outros profissionais ou pesquisadores na condução de processos semelhantes.

Figura 4 – Tratamento de Áreas Públicas. Fonte: CERQUEIRA (2012).

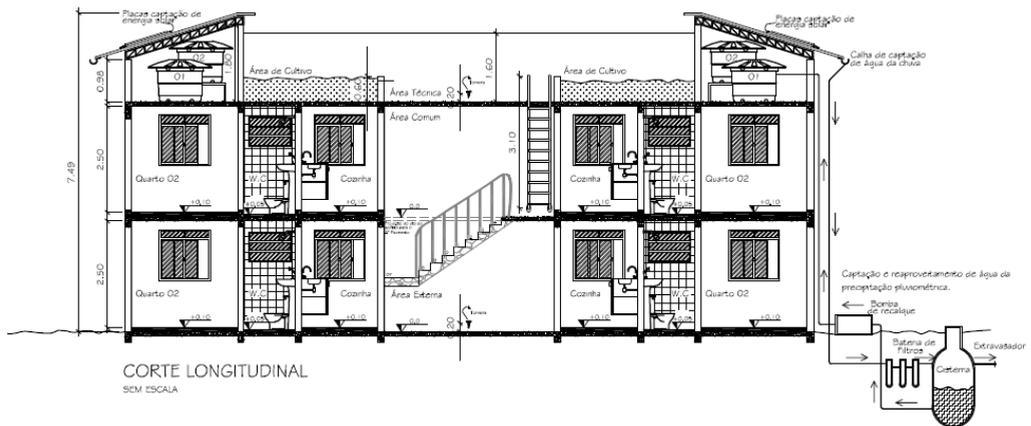


A alteração da realidade local, para fins de melhoria da qualidade de vida, passaria pela adoção de mecanismos de geração de renda ambientalmente sustentáveis. Assim, a solução arquitetônica para novas moradias foi a adoção de conjuntos de quatro apartamentos, que não destoassem do padrão e tipologia comumente encontrados dentro do assentamento, os quais compartilham as coberturas verdes, tomando, principalmente, a percepção sobre os saberes agrícolas apropriados nas reuniões e entrevistas. São adotados também mecanismos de captação de energia solar e dispositivos de captação e reúso de águas da chuva – muito bem recebidos pelos moradores. Destaca-se que os reservatórios de águas pluviais contribuem para aumento da resiliência aos extremos hidrológicos: enchentes e crise hídrica. As soluções propostas podem ser visualizadas de forma esquemática na Figura 5.

Os telhados verdes são para fins de cultivo de gêneros alimentícios que possam ser comercializados no mercado local. Como desdobramentos positivos esperados da adoção deste tipo de solução estão o aumento da renda, a utilização da cobertura das residências como espaço de cultivo, contribuindo para a minimização da verticalização e adensamento da comunidade. Além disso, pode ser destacada a melhoria do padrão alimentar da população, a redução das temperaturas dentro das residências, considerando as características climáticas do local, a dinamização das atividades produtivas e

sustentáveis dentro do assentamento e a melhoria da inserção e das relações com a classe média que habita o entorno. A busca de maior sustentabilidade do meio urbano por meio da agricultura familiar foi destacada em Dos Santos *et al.* (2014). Os desdobramentos positivos, da adoção de telhados verdes podem ser aprofundados por meio da leitura de Mary *et al.* (2008), onde estão descritos resultados do experimento com telhados verdes, realizado na Escola Municipal Teófilo localizada nos arredores do assentamento, e que também constitui espaço de atuação do Projeto *Hidrocidades*.

Figura 5: Corte esquemático longitudinal das moradias multifamiliares.



As etapas de projeto foram inseridas em um fluxo de atuação (Figura 2), com destaque para a consolidação de informações sobre a população estudada, que pode orientar de forma mais dinâmica a condução deste processo (LEITÃO, 2007). Acredita-se que esse fluxo possa ser reproduzido na totalidade ou em partes, tendo em vista o apontamento de Poleto e Merten (2007) da similaridade existente entre as periferias das grandes cidades brasileiras, onde existem grandes assentamentos, com grande vulnerabilidade socioambiental.

Conclusões

É reconhecida a insuficiência da abordagem clássica para projeto de infraestrutura urbana diante da dinâmica do crescimento populacional e ampliação das áreas urbanas que ocorreram durante o Século XX. Agrava a problemática a questão das mudanças climáticas e o aumento da frequência dos desastres ambientais e dos extremos hidrológicos – enchentes e crise hídrica. Nos países em desenvolvimento, os mais vulneráveis são os moradores de Comunidades em assentamentos informais, sobretudo nas áreas periurbanas em que a infraestrutura é naturalmente mais precária, e de regiões costeiras sujeitas também à elevação do nível do mar. Desde a década de 1990 como ampliação das propostas de *Best Management Practices* tem sido proposto um novo modelo para o

desenvolvimento urbano caracterizado de forma abrangente como o Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto, que busca melhorar os processos de gestão das águas pluviais, através de processos participativos, do reconhecimento do valor ambiental da água pluvial, de sua infiltração e conservação. Uma dessas iniciativas é o LIUDD que teve origem na Nova Zelândia. Este trabalho apresenta uma contribuição metodológica representada por um *framework* para aplicação do LIUDD adaptado à realidade local, das comunidades de interesse social, sobretudo da Baixada de Jacarepaguá, região costeira e de expansão da cidade do Rio de Janeiro.

Para consolidação da proposta foi demonstrada sua aplicação através de estudo de caso, tomando-se como objeto a Comunidade da Vila Cascatinha localizada no Bairro de Vargem Grande na Região hidrográfica de Rio Morto. O novo desenho urbano apresentado demonstrou a possibilidade da adoção de medidas do Desenvolvimento urbano de baixo impacto ambiental nas áreas de ocupação informal e favelas. Ressalta-se a característica inovadora do trabalho sem ferir os princípios fundamentais do desenho urbano clássico e implantação de infraestrutura de abastecimento de água e saneamento básico.

Guardadas as devidas especificidades acredita-se que o *framework* proposto pode ser aplicado em outras áreas de ocupação informal diminuindo a vulnerabilidade e aumento da resiliência dessa população aos eventos hidrológicos extremos – enchentes e crise hídrica, com vistas ao desenvolvimento urbano mais justo e sustentável.

Notas

- i O Projeto HIDROCIDADES desde 2012 recebe recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) através da Rede de Pesquisa Bacias Representativas de Uso Misto (BRUM), com gestão da FUNCAMP. Em 2010 recebeu recursos da FAPERJ, entre 2010 e 2011 do CNPq e, entre 2007 e 2009 também do CNPq.
- ii As soluções não estruturais citadas são aquelas que entendem o patrimônio construído nos espaços informais da cidade como algo que pode e deve ser recuperado e aproveitado.
- iii A valorização do nível de informações do local a ser trabalhado foi destacada por Souza et al. (2012).
- iv O aprofundamento do desenvolvimento da pesquisa e campo com vistas a promover a integração dos conhecimentos científicos e tradicional para alteração da realidade local foi aprofundado em Neffa et al. (2011).

Referências Bibliográficas

- AHERN, Jack. Urban landscape sustainability and reliance: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Ecol*, n.28, p.1203-1212, 2013.
- ASHLEY, R. M.; et al. Retrofitting surface water management measures: Delivering multiple value. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN DRAINAGE, 12, 2011, Porto Alegre, Brasil. *Anais da XII Internacional Conference on Urban Drainage*, Porto Alegre: ABRH, 2011. p. 1-8.
- BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. 2005. Técnicas compensatórias em drenagem urbana. Porto Alegre: ABRH. 266p

BIENENSTEIN, R. ; PASCHOALINO, Roberto B. ; AMARAL, Daniela; CRUZ, Marcus C. M.; SANTOS, Fabio Roberto O. Regularização Fundiária Sustentável: Alguns Desafios. *Planejamento e Políticas Públicas*, v. 37, p. 153-184, 2011.

BONDUKI, Nabil. **Origens da Habitação Social no Brasil: arquitetura moderna**, lei do inquilinato e difusão da casa própria. 4 ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2004, 344 p.

BONDUKI, N. G. Do Projeto Moradia ao Programa Minha Casa Minha Vida. *TD. Teoria e Debate*, v. 82, p. 1, 2009.

BRACEY, Stuart; KATHRYN, S.; SIMCOCK, R. Lessons Applying Low-Impact Urban Design: Talbot Park. In: *STORMWATER CONFERENCE*. 2008. Oakland. Disponível em <http://www.landcarerearch.co.nz/publications/researchpubs/Bracey_etal_NZWWA_2008.pdf> Acesso em 30 mai. 2011.

CERQUEIRA, L. F. F. **Os Impactos dos Assentamentos Informais de Baixa Renda nos Recursos Hídricos e na Saúde Coletiva: O Caso da Bacia Hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá**. 2006. 150f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CERQUEIRA, L. F. F., PIMENTEL DA SILVA, L., MARQUES, M. Environmental Impacts by Low-Income Settlements in Rio de Janeiro. In: *INTERNATIONAL CONGRESS ON ENVIRONMENTAL PLANNING AND MANAGEMENT*, 2, 2007, TU-Berlin, Berlin. **Anais do II International Congress on Environment Planning and Management**, Berlin: Librix.eu, 2007. 4p.

CERQUEIRA, L.F.F. **Redesenho Urbanístico de Assentamentos Informais com Vistas à Conservação da Água e Sustentabilidade Ambiental**, 2012. Tese (Doutorado em Meio Ambiente). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

CERQUEIRA, L.F.F.; PIMENTEL DA SILVA, L.; Política habitacional brasileira, proliferação de assentamentos informais, recursos hídricos e sustentabilidade urbana na cidade do Rio de Janeiro. **Revista Labor & Engenharia**, v.7, n.2, p. 26-44, 2013.

CHATFIELD, P. SUDS - Benefits to be gained from a strategic approach. In: **SUDS—Time to get to grips with it**. 2005, London, United Kingdom. Disponível em < <http://www.coastms.co.uk/resources/1395e37a-e777-4ffa-8895-50b9300bf96a.pdf> >. Acesso em: 10 Jul. 2009.

COFFMAN, Larry, S. Low-impact Development: An Alternative Stormwater Management Technology. In: France, R. L., (Org.). **Handbook of Water Sensitive Planning and Design**. Massachusetts, USA: ed. Lewis Publishers, 2002, chapter. I.05, p.97-124.

DOS SANTOS, Christiane Fernandes et al. A Agroecologia como Perspectiva de Sustentabilidade na Agricultura Familiar. *Revista Ambiente & Sociedade*, v. 17, n. 2, p. 33-52, 2014.

FLETCHER, Tim D. *et al.* SUDS, LID, BMPs, WSUD and more—The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, n. ahead-of-print, p. 1-18, 2014.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico de 2000.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (site), 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 08 mai. 2013.

LEITÃO, Geronimo. Can Slums Reach a Sustainable Development in Latin America's Cities. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ENVIRONMENTAL PLANNING AND MANAGEMENT, 2, 2007, TU-Berlin, Berlin. **Anais do II International Congress on Environmental Planning and Management**, Berlin: Librix.eu, 2007. p. 383 – 386.

LLOYD, S., Clearwater project: community acceptance of water sensitive urban design. In: SEMINAR OF THE AUSTRALIAN WATER ASSOCIATION AND THE STORMWATER INDUSTRY ASSOCIATION OF VICTORIA, 2003, Melbourne, Australia. **Managing the Changing Colours of Water**, Melbourne: WIA, 2003.

MARY, W. *et al.* Green Roofs: Potential Tool for Income Raising in Social Fragility Areas. In: ENEPEA – NATIONAL MEETING FOR LANDSCAPE DESIGN TEACHING IN ARCHITECTURE AND URBANISM SCHOOLS IN BRAZIL, Curitiba (*in Portuguese*). **Anais do National Meeting for Landscape Design Teaching in Architecture and Urbanism Schools in Brazil**, Curitiba: Enepea, 2008.

MARTÍNEZ, Leidy Luz García; POLETO, Cristiano. Assessment of Diffuse Pollution Associated with Metals in Urban Sediments Using the Geoaccumulation Index (Igeo). *Journal of soils and sediments*, v. 14, n. 7, p. 1251-1257, 2014.

MORERO, Andrea Maria; SANTOS, R.F. dos; FIDALGO, Elaine Cristina Cardoso. Planejamento ambiental de áreas verdes: estudo de caso em Campinas-SP. *Revista do Instituto Florestal*, v. 19, n. 1, p. 19-30, 2007.

MORIN, André. **Pesquisa-ação integral e sistêmica: uma antropopedagogia renovada**. Rio de Janeiro: DP&A, 2004.

NEFFA, E.; PIMENTEL DA SILVA, L.; CERQUEIRA, L. F. F. Sustentabilidade dos Recursos Hídricos dos Meios Urbano e Peri-Urbano, Educação Ambiental e Desenvolvimento Local. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 26, p. 125-140, 2011.

NEFFA, Elza & RITTO, Antônio Carlos. Almas. In: **Anais do VI Congresso Iberoamericano de Educação Ambiental. San Clemente de Tuyu/Argentina**. San Clemente de Tuyu: 2009.

PIMENTEL DA SILVA, L. *et al.* Hidrocidades - Cities, Quality of Life and Water Resources: Integrated Water Resources Management and Urban Planning for Low-Land Region of Jacarepaguá, Rio de Janeiro, Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON URBAN DRAINAGE, 11, 2008, Edinburgh. **Anais do XI Internacional Congresso on Urban Drainage**, Edinburgh: Abrh, 2008.

PIMENTEL DA SILVA, L.; MARQUES, M. Novas Oportunidades e Desafios no Desenvolvimento e Desenho Urbanístico de Baixo Impacto Ambiental. **Revista do CREA-RJ**, Rio de Janeiro, n. 83, p.38-41, 2010.

- POLETO, C. SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems): Uma Contextualização Histórica. **Revista Thema**, Porto Alegre: Ed. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, v. 08 (01), 2011.
- POLETO, C.; MERTEN, G. H. Urban Watershed Studies in Southern Brazil. **Journal of Urban and Environmental Engineering**, v. 1, p. 70-78, 2007. Disponível em: <<http://sumarios.org/sites/default/files/pdfs/2261.pdf>>. Acesso em 15 ago. 2012.
- SILVA, Antonio Waldemir Leopoldino; STEIL, Andrea Valéria; SELIG, Paulo Maurício. Aprendizagem em Organizações como Resultado de Processos de Avaliação Ambiental. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 16, n. 2, p. 129-152, 2013.
- SILVEIRA, Geraldo Lopes da; FORGIARINI, Francisco Rossarolla; GOLDENFUM, Joel Avruch. Taxa não é Cobrança: Uma Proposta para a Efetiva Aplicação do Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos para a Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo: Abrh, v. 14, p. 71-80, 2009.
- SOUZA, C. F., CRUZ, M. A. S., TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v.17, n.02, abr/jun 2012, pp. 9-18.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 16 ed. São Paulo: Cortez Editora, 2008, p. 98-78.
- TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.7, n.1, p. 5-21, 2002.
- UN - United Nations Department of economic and Social Affairs. Population Division. (2006). **World Urbanization Prospects: The 2005 Revision**. New York: United Nations Publications, 2006. Disponível em: <http://www.un.org/esa/population/publications/WUP2005/2005WUPHighlights_Final_Report.pdf> Acesso em 20 ago. 2013.
- VAN ROON, Marjorie, VAN ROON, Henri. **Low Impact Urban Design and Development Principles for Assessment of Planning, Policy and Development Outcomes**. Working Paper 051. Auckland: Centre for Urban Ecosystem Sustainability and Department of Planning, University of Auckland, p. 1-9, 2005.
- VAN ROON, Marjorie. Water Localisation and Reclamation: Steps Towards Low Impact Urban Design and Development. **Journal of Environmental Management**. Elsevier n. 83, pp. 437-447, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479706001368>>. Acesso em 20 ago. 2009.
- VAN ROON, M. R. Wetlands in The Netherlands and New Zealand: Optimising biodiversity and carbon sequestration during urbanization. **Journal of Environmental Management**, v. 101, p. 143-150. 2012. Disponível em <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22410187>>. Acesso em 15 ago. 2012.
- WU, Jianguo; WU, Tong. Ecological Resilience as a Foundation for Urban Design and Sustainability. In: CADENASSO, M. L.; MCGRATH, Brian; PICKETT, S. T. A. (Eds.) **Resilience in Ecology and Urban Design: Linking Theory and Practice for Sustainable Cities**, Springer, v.3, p. 211-2009, 2013.

Submetido em: 30/05/2015

Aceito em: 19/12/2015

<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422ASOC150123R1V1912016>

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA REDESENHO DE COMUNIDADES INFORMAIS - CONSTRUÇÃO DA RESILIÊNCIA DIANTE DO ESTRESSE HÍDRICO.

LUIZ FERNANDO FLORES CERQUEIRA
LUCIENE PIMENTEL DA SILVA

Resumo: Apresenta-se proposta metodológica na forma de um *framework* para redesenho de assentamentos informais partindo da metodologia de Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto Ambiental. Apresenta-se a gestão das águas pluviais por meio da implantação de infraestrutura urbana em escala local, de forma descentralizada e participativa. Serviu como objeto de estudo a Baixada de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, região caracterizada como vetor de expansão da cidade. O *framework* proposto segue a metodologia da pesquisa-ação. Entre as etapas principais previstas no *framework* destacam-se: (i) inicial, que se caracteriza pela aproximação da comunidade local, formação de vínculos e do grupo gestor, (ii) diagnóstico, (iii) Projeto. Demonstra-se a aplicação do *framework* a partir do estudo de caso da Comunidade Vila Cascatinha, que tipifica os assentamentos informais de regiões de baixada e de paisagem periurbana. Guardadas as devidas especificidades acredita-se que este *framework* poderá orientar o redesenho de outras comunidades dentro das perspectivas do desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Redesenho urbano; Assentamentos informais; Gestão das águas pluviais; Desenvolvimento urbano de baixo impacto.

Abstract: It presents a methodological proposal as a framework for redesign of informal settlements based on the Development of Urban Low Environmental Impact. It involves the management of rainwater through the implementation of urban infrastructure decentralized and in a collaborative manner. It served as an object of study the Baixada de Jacarepagua, Rio de Janeiro, a region characterized as a vector of expansion of the city. The proposed framework follows the methodological lines of *Pesquisa-Ação*. Among the main steps envisaged in the framework are: (i) initial, which is characterized by the approach of the local community, forming bonds and the management group, (ii) diagnosis, (iii) Project. It is demonstrated applying the “framework” from the case study of community Vila Cascatinha, which typifies the slum areas of marshland and peri-urban landscape. Keeping into account

the specificities it is believed that this framework can guide the urban redesign of other communities within the perspective of sustainable development.

Keywords: Urban design; Informal settlements; The management of rainwater; Low Impact Urban Design.

Resumen: Se presenta propuesta metodológica, como un framework para rediseño de asentamientos informales basados en la metodología Desarrollo Urbano de Bajo Impacto Ambiental. Trata de la gestión del aguas pluviales a través de la implementación de la infraestructura urbana en la forma local, descentralizado y participativo. Sirvió como objeto de estudio la Baixada de Jacarepaguá, Río de Janeiro, una región caracterizada como vector de expansión urbano. El framework propuesto sigue la metodología Pesquisa-Ação. Las principales medidas previstas son: (i) inicial, se caracteriza por el enfoque de la comunidad local, los bonos conformación y el grupo de gestión, (ii) diagnóstico, (iii) Proyecto. Se demuestra la aplicación del “framework” en el estudio de la comunidad Vila Cascatinha, que tipifica barrios pobres de la región y el paisaje periurbano. Teniendo en cuenta las especificidades se cree que este marco puede guiar el rediseño urbano de otras comunidades dentro de la perspectiva del desarrollo sostenible.

Palabras clave: Diseño urbano; Asentamientos informales; Gestión de las aguas de lluvia; Diseño urbano de bajo impacto.
