

Espaços livres e águas residuais: contribuições do Lima Ecological Infrastructure Strategy

DOI: 10.20396/labore...

Nayara Cristina Rosa Amorim

<https://orcid.org/0000-0002-6653-457X>

Universidade Federal da Bahia / Salvador [BA] Brasil

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar como o manual *LEIS – Lima Ecological Infrastructure Strategy* propõe a articulação do tratamento de águas residuais com o projeto dos espaços livres públicos em Lima [Peru]. O manual apresenta possibilidades de projetos sensíveis a água, através do conceito de Infraestrutura Ecológica. Adota-se uma metodologia de análise qualitativa, e a pesquisa é focada na revisão bibliográfica e consulta de legislações pertinentes. Busca-se ao longo do texto relacionar as propostas e diretrizes presentes no manual com a gestão das águas urbanas em Salvador [Bahia]. De forma a refletir sobre as contribuições e os desafios, numa perspectiva de maior integração entre projetos sensíveis as águas e o espaço urbanizado.

PALAVRAS-CHAVE

LEIS. Espaços livres. Águas residuais. Infraestrutura Verde. Infraestrutura Ecológica.

Open spaces and wastewater: contributions from the Lima Ecological Infrastructure Strategy

ABSTRACT

This article aims to analyze how the manual *LEIS – Lima Ecological Infrastructure Strategy* proposes the articulation of wastewater treatment with the design of public open spaces in Lima - Peru. The manual presents possibilities for water-sensitive projects, through the concept of Ecological Infrastructure. A qualitative analysis methodology is adopted, and the research is focused on bibliographic review and consultation of pertinent legislation. Throughout the text, we seek to relate the proposals and guidelines present in the manual with the management of urban water in Salvador [state of Bahia]. In order to reflect on contributions and challenges, in a perspective of greater integration between projects sensitive to water and urbanized space.

KEYWORDS

LEIS. Open Spaces. Wastewater. Green Infrastructure. Ecological Infrastructure.

1. Introdução

A pesquisa aqui apresentada, faz parte dos estudos desenvolvidos para uma tese de doutorado, defendida no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo¹.

Lima está inserida em uma região predominantemente árida, sem chuvas, por isso as águas tratadas não destinadas prioritariamente à rega das áreas verdes públicas, para aumentar a arborização na cidade. Salvador, que se encontra na mesma latitude de Lima, está inserida no clima tropical atlântico, com índices pluviométricos anuais de 1781 mm, ou seja, não existe grande necessidade de destinar as águas tratadas para a rega de áreas verdes. Porém, a água, depois de tratada, pode ser destinada com mais facilidade para os cursos d'água; enquanto Lima metropolitana com uma área de 2.672,28 km² (INEI, 2014) possui três bacias hidrográficas, Salvador com 692,818Km² (IBGE, 2010) possui dezessete bacias (Santos et al., 2010).

O manual *Lima Ecological Infrastructure Strategy – LEIS*, Estratégias de Infraestrutura Ecológica de Lima, foi elaborado entre 2012 - 2014, conduzido pelo projeto LiWa- Lima Water, com financiamento do Ministério de Educação e Pesquisa alemão dentro do programa: Futuras Megacidades.² Em 2014, ano de publicação do LEIS a população da região metropolitana de Lima era de 9.752.000 pessoas, e em 2017 a população estimada era de quase 12 milhões, a região metropolitana possui 2.672,28 km², dos quais 825,88 km² (31%) são ocupados, está inserida no clima árido e é limitado a leste pela Cordilheira dos Andes e a oeste pelo Oceano Pacífico (INEI, 2014).



Figura 1. Localização do Peru na América do Sul, de Lima e as subdivisões administrativas da região metropolitana de Lima.
Fonte: LEIS, 2014.

O LEIS se apoia nas estratégias vinculadas ao *Water Sensitive Urban Design – WSUD* de manejo sustentável das águas urbanas. E apesar de ter se baseado em estudos desenvolvidos sobre o conceito de Infraestrutura Verde (McMahon & Benedict, 2001; Ahern & Pellegrino, 2012; Naumann et al., 2011; Ahern, 2007), e os adaptado para um contexto sem chuvas, o documento optou pela utilização do termo Infraestrutura Ecológica, pois segundo o manual, a utilização do termo “verde” em cidades situadas em região árida, poderia remeter a uma intenção de embelezamento e criação de um ambiente com aparência verde, o que não era o objetivo. Além disso, o termo Infraestrutura Verde, de acordo com o manual, é muitas vezes associado ao fornecimento de serviços de grande escala, que geralmente são atribuídos a grandes corporações internacionais estrangeiras.

O conceito de Infraestrutura Verde incorpora a visão de que a conservação da natureza não precisa se opor ao desenvolvimento urbano. É o planejamento da incorporação de tipologias paisagísticas, que integradas à infraestrutura urbana existente ou fazendo o papel da mesma, podem agregar às cidades funções ou serviços que a natureza fornece (manejo e proteção dos recursos hídricos, melhora do microclima, da qualidade do ar e dos solos e habitat para a fauna) sem impedir a dinâmica das atividades sociais, ao mesmo tempo em que

¹ Título da Tese: “Rios em assentamentos informais: conflitos, possibilidades e estratégias”, defendida em 2021.

² O programa LiWa (Gestão Sustentável das águas e as Águas Residuais em Centros Urbanos em Crescimento frente às Alterações Climáticas) foi coordenado pela Universidade de Stuttgart – Instituto de Planejamento da Paisagem e Ecologia (ILPO) [Alemanha], com colaboração do Governo Regional de Lima e Callao [Peru], instituições regionais, metropolitanas e três universidades: Pontifícia Universidade Católica del Peru (PUCP), Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), e Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

podem oferecer áreas de lazer e contato com a natureza para as populações urbanas (Cormier & Pellegrino, 2008; Benedict & McMahon, 2006).

O manual foi elaborado para auxiliar gestores, arquitetos e engenheiros no processo de elaboração de projetos mais sensíveis às águas, principalmente as residuais. Nesse sentido, o manual pode auxiliar no processo de repensar o tratamento das águas residuais e pluviais, usualmente descartadas sem tratamento em rios urbanos das cidades brasileiras, principalmente em Salvador. Esse auxílio projetual está organizado no manual em três partes, cada uma com uma pergunta norteadora, as quais serão apresentadas a seguir:

2. Como poupar água no projeto dos espaços livres?

A primeira pergunta busca evidenciar o quanto de água é gasto na manutenção dos espaços livres públicos ajardinados, é importante lembrar que em Lima os índices pluviométricos são muito baixos, e essa condição de ser uma cidade sem chuvas faz com que quase toda a vegetação precise ser regada para que sobreviva. No Brasil, e especificamente em Salvador, apesar das chuvas constantes, o processo de plantio e, às vezes de manutenção, também tem exigido regas. O LEIS evidencia de uma maneira prática como esse gasto de água está associado à escolha das espécies vegetais.

Entende-se como espaço livre áreas não edificadas, não cobertas, públicas ou privadas, esses espaços podem possuir diferentes graus de permeabilidade, podendo ser vegetadas ou não. Alguns exemplos de espaços livres são: praças, parques, jardins, ruas, calçadas, estacionamentos, unidades de conservação, áreas de preservação permanente, reservas legais, praias, dentre outros.

A primeira etapa do manual classifica as principais tipologias de vegetação presentes no Peru, depois cita exemplos de espécies representativas de cada uma dessas categorias e apresenta o volume de água anual necessário para essas irrigações. A demanda de água é calculada levando em consideração as perdas por evaporação e infiltração de acordo com o tipo de irrigação, que pode ser por gravidade/gotejamento (50% de absorção pela planta) ou por pressurização (85% de absorção pela planta). Outro dado levado em consideração é a qualidade da água, para que a mesma seja utilizada para irrigação, seguindo os parâmetros de 1989 da *Organización Mundial de la Salud* – OMS, para presença de coliformes fecais e parasitas humanos. A Figura 2, a seguir, evidencia esse levantamento.

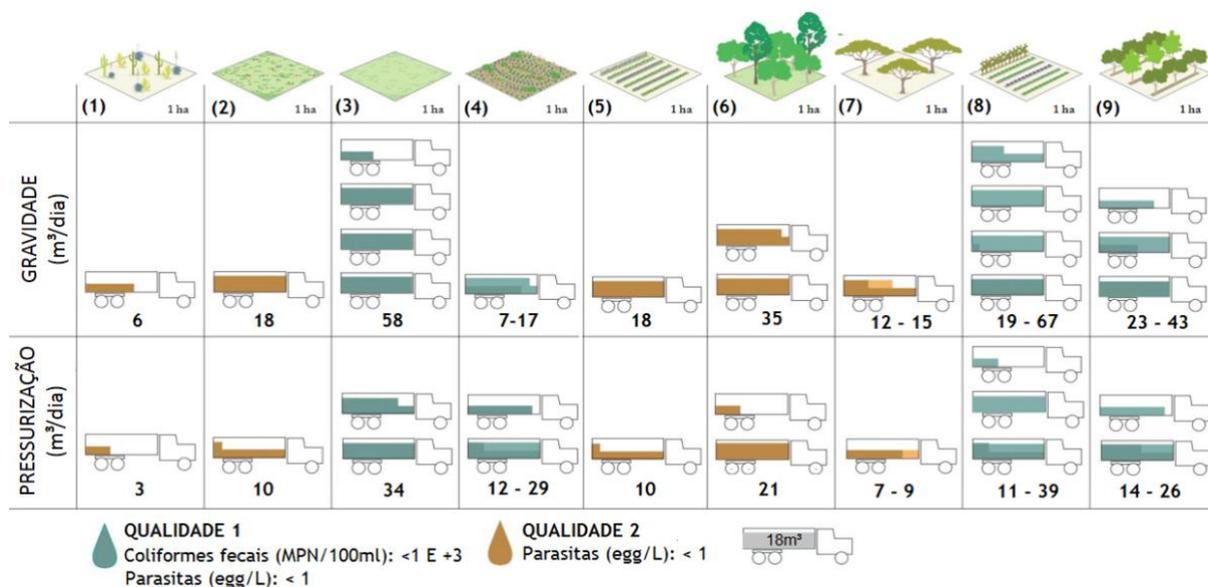


Figura 2. Comparação da demanda e qualidade da água entre as categorias de vegetação. Legenda: (1) forrações de xorófilas, (2) campos floridos, (3) gramado (4) plantas xorófilas, (5) culturas (6) bosque convencional, (7) bosque seco nativo, (8) agricultura temporal, (9) agricultura perene e viveiros. Fonte: Adaptado do LEIS, 2014.

Ao final da primeira etapa é apresentado um programa computacional, que informa a quantidade necessária aproximada de água a partir da inserção dos dados: tipo de sistema de irrigação, área de plantio e tipo de vegetação. O programa pode ser aplicado na etapa de anteprojeto e auxilia a justificar a viabilidade da proposta do projeto e suas variações em termos de demanda de água.

A atualmente em Salvador as irrigações, quando necessárias, são sempre feitas com água de uma mesma qualidade, não existe essa variação da qualidade da água de acordo com o tipo de irrigação, não são utilizadas águas residuais tratadas, nem águas pluviais captadas para esse processo.

O manual LEIS mostra como a sistematização de informações sobre a vegetação e suas demandas pode auxiliar na elaboração de projetos paisagísticos mais sensíveis as águas. Esse tipo de sistematização pode trazer um grande avanço para o projeto dos espaços livres públicos, diminuindo custos e gerando ganhos em eficiência e durabilidade.

3. Como integrar as tecnologias de tratamento de água com o projeto dos espaços livres?

A segunda pergunta norteadora evidencia quais são as tecnologias de tratamento de água residuais mais recomendadas, considerando: baixo custo; potencial de integração com o contexto urbano; multifuncionalidade, podendo gerar novas funções e usos para os moradores; e por último, existência de experiências prévias com o uso dessa tecnologia no Peru. Com base nesses critérios foram selecionadas três tecnologias: lagoas de estabilização, alagados construídos e reservatórios de tratamento, as quais serão apresentadas:

3.1. LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

As lagoas de estabilização são sistemas de tratamento com princípios físicos (filtração, sedimentação, volatilização), químicos (adsorção, oxidação, redução, precipitação, quelação) e biológicos (degradação e absorção pelos microrganismos, decaimento de patógenos, extração pelas plantas, entre outros) de águas residuais a partir da decomposição natural da matéria orgânica e remoção dos patógenos (Ferguson, 2002 *apud* Pellegrino, 2017). As lagoas não requerem energia externa, por isso os custos de operação são baixos, elas têm como objetivo atingir uma qualidade de água que possa ser descartada nos cursos d'água ou usadas na irrigação, onde os cultivos podem se beneficiar da matéria orgânica e nutrientes ainda presentes na água. O Quadro 1 apresenta recomendações para os gestores e projetistas.

Quadro 1. Características das lagoas de estabilização

Águas tratadas	Águas residuais domésticas
Dimensões e aspectos do projeto	As lagoas costumam ser retangulares, mas o formato pode ser alterado sempre e quando não afetar o fluxo d'água. Não é recomendada profundidade maior do que 4 m, pois a construção se complica e os custos aumentam. Devem ser localizadas em uma área o mais arejada possível e com boa manutenção não possuem odor nem atraem mosquitos
Pontos negativos e restrições de uso	As lagoas não podem estar sombreadas em nenhum momento do dia por isso não podem estar perto de árvores e edifícios. Requerem uma grande área para retenção hidráulica e são influenciadas pelas condições climáticas, sendo menos eficientes em baixas temperaturas.
Legislação	Marco legislativo: <i>Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma OS.090, Plantas de Tratamiento de aguas residuales, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2006.</i> Pela legislação peruana a distância mínima necessária é de 500m para lagoas anaeróbicas, 200m para lagoas de estabilização, 100m para lagoas airadas, lodos ativados e filtros percolados.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados LEIS, 2014.

Em Salvador existem muitas lagoas de estabilização implantadas, principalmente na porção norte, próximo aos bairros de Cajazeiras e Fazenda Grande, esse processo de tratamento descentralizado foi implantado principalmente na década de 1970, pois não se tinha condição ou viabilidade para deslocar as águas residuais da porção norte até o único emissário submarino na porção sul da cidade, no Bairro Rio Vermelho. Com a construção do segundo emissário submarino, na porção norte da cidade, existe um processo de retirada dessas lagoas, processo esse que é fortalecido com as constantes reclamações dos moradores sobre a falta de manutenção das mesmas, popularmente conhecidas como pinicões. Percebe-se que enquanto o manual LEIS aponta a construção das lagoas de estabilização como um tratamento sensível a água, Salvador tem vivido o processo contrário.

3.2. ALAGADOS CONSTRUÍDOS

Os alagados construídos também são denominados como *humedales artificiales*, *wetlands*, zonas de raízes ou jardins filtrantes. O manual LEIS aponta que já existiam três casos implantados em Lima, são projetos pilotos com fins de investigação, um na Universidade Nacional Agrária de La Molina (UNALM) e outro na Universidade Nacional de Engenharia (CITRAR-UNI)³, o terceiro caso localizado no Parque de Carabayllo.

Os alagados construídos são ecossistemas artificiais que reproduzem funções ecossistêmicas importantes das zonas úmidas naturais (brejos, charcos), através de plantas macrófitas e técnicas de design do substrato (Zanella, 2008). Apesar disso, o LEIS não relaciona os alagados propostos com os *humedales*, áreas alagadas naturais existentes na costa peruana que também cumprem o papel ecológico de melhoria da qualidade da água. Tais considerações poderiam contribuir para a educação ambiental e valorização desses ecossistemas ameaçados pelo avanço urbano.

O LEIS não discute sobre a experiência dos alagados construídos implantados no país, apenas apresenta uma foto, e analisando a mesma é possível perceber que existe um cuidado paisagístico no projeto no caso do Parque de Carabayllo, tanto na concepção espacial como na escolha das espécies. Entretanto, se trata de uma área mantida por uma empresa de extração de minérios e o alagado funciona como uma espécie de pequena compensação ambiental por danos causados pela extração de minérios, com acesso restrito para a população. O Quadro 2, a seguir, apresenta recomendações para os gestores e projetistas.

Quadro 2. Características dos alagados construídos.

Águas tratadas	Águas residuais domésticas
Dimensões e aspectos do projeto	<p>Algumas espécies podem ser conciliadas com o benefício econômico, sendo utilizadas como matéria prima para produção de artesanato e bens de consumo. <i>Exemplo: Parque Humedales de Ventanilla, Ventanilla-Peru.</i></p> <p>Não é necessário irrigação da vegetação utilizada na zona húmida, as espécies se mantêm apenas com a água residual.</p> <p>O tamanho varia de acordo com a carga orgânica residual entre 1/10m² por habitante equivalente (PE).</p>
Pontos negativos e restrições de uso	<p>A tecnologia é menos eficiente em baixas temperaturas.</p> <p>Uso recomendado em fluxo de água baixo (5-2000 PE). Quando o volume de água for maior que 10000 PE recomenda-se o uso das lagoas de estabilização, por serem mais baratas.</p>
Legislação	Não existem legislações ou normas peruanas sobre o desenho e construção das zonas úmidas

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados LEIS, 2014.

Os principais problemas mitigados pela implantação desses alagados são: poluição por águas residuais, poluição carregada das águas pluviais e a contaminação do lençol freático. O LEIS não aborda a necessidade de tratamento da poluição difusa carregada pelas águas pluviais, por estar inserido em um contexto de raríssimas chuvas.

Os alagados construídos podem ser utilizados para tratamento de compostos inorgânicos, incluindo metais, cianeto, nitrato e fosfato e também para compostos orgânicos como, explosivos, herbicidas e patogênicos (Pilon-Smits, 2005 apud Pinheiro, 2017). É necessário o monitoramento biológico dessas áreas e a troca da vegetação aquática, ou retirada do excesso vegetal quando a mesma diminui sua capacidade de absorção (Zanella, 2008).

3.3 RESERVATÓRIO DE TRATAMENTO

O reservatório de tratamento, também é conhecido no Brasil como lagoa de detenção, piscinão e pejorativamente pinicão. Consiste em um tanque que pode armazenar diversas fontes de água contaminadas. Depois de armazenar a água no reservatório por um período (tempo de retenção), se obtém uma melhor qualidade de água, reduzindo a concentração de patógenos (bactérias, vírus e parasitas). Atualmente essa tecnologia é mais utilizada na área rural de Lima, o manual busca aplicação na área urbana. O Quadro 3 apresenta as características principais dos reservatórios de tratamento.

³ No Centro de Investigação de Tratamento das águas Residuais e Resíduos Perigosos da Universidade Nacional de Engenharia.

Quadro 3. Características dos reservatórios de tratamento.

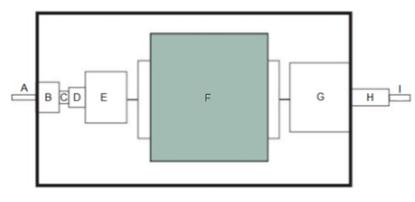
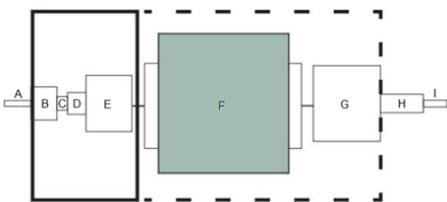
Águas tratadas	<p>Águas de rios e córregos</p> <p>Águas residuais tratadas sem qualidade suficiente</p> <p>Efluentes de lagoas de estabilização com concentração de algas</p>
Dimensões e aspectos do projeto	<p>A superfície de água serve como elemento visual interessante, que pode ser incorporado ao projeto do espaço público.</p> <p>É possível incluir espécies animais como peixes, patos e outros animais aquáticos, para fins estéticos ou recreativos</p> <p>O reservatório pode ser usado para pesca, canoagem e outros esportes aquáticos.</p> <p>A profundidade varia entre 2 e 5 m.</p> <p>Quando a fonte de água apresentar muitas algas (que são ruins quando se usa o sistema de rega pressurizado) essas podem ser reduzidas com a inserção de vegetação aquática flutuante, ou com uma membrana que cubra a superfície da água contra raios solares.</p>
Legislação	<p>Não há regulamento no Peru sobre a dimensão dos reservatórios, que variam de acordo com o volume de água a ser tratado</p>

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados LEIS, 2014.

As três tipologias apresentadas, lagoas de estabilização, alagados construídos e reservatórios de tratamento são estruturas de drenagem, voltadas para o manejo das águas pluviais e alternativas as canalizações dos rios. Essas tipologias são também denominadas como tecnologias alternativas ou compensatórias e contribuem para redução impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico (Ackermann & Samora, 2020). No Brasil observa-se a necessidade de avanço na elaboração de leis voltadas para a implementação dessas tipologias além de estudos relacionados a custos e eficiência.

Um avanço importante apresentado no LEIS é a necessidade de integrar os espaços destinados as tecnologias de tratamento de águas residuais ao projeto dos espaços livres públicos. Levando em considerando a qualidade da água adquirida pós-tratamento e as relações de acesso pelos moradores do entorno. O Quadro 4 pontua essa questão:

Quadro 4. Comparação entre as práticas usuais e as práticas sensíveis à água nos projetos de lagoas de estabilização, alagados construídos e reservatórios de tratamento.

	Prática usual	Projeto sensível à água Guia WSUD
Acesso	<p>Espaços cercados e com acesso restrito aos funcionários.</p> 	<p>Os componentes de tratamento secundários tenham acesso parcial para os usuários do espaço público.</p> 
	<p>(A) fonte de água, (B) pré-tratamento, (C) medidor de fluxo, (D) estação de bombeamento (opcional), (E) tratamento primário, (F) tratamento secundário, (G) desinfecção, (H) armazenamento de água (I) descarga no corpo receptor.</p>	
Topografia	<p>Uma topografia artificial é criada nos arredores das estações, criando uma separação entre a paisagem do entorno e as áreas de tratamento.</p>	<p>Se recomenda manter uma diferença de altura mínima entre as superfícies de componentes secundários e o entorno, permitindo uma melhor visão da vegetação ou da superfície d'água e uma melhor integração com a topografia.</p>

Forma	Retangular ou quadrada, devido à facilidade de execução	Podem ser feitas pequenas variações da forma retangular, para integrar melhor com o entorno. Porém, a forma não pode alterar o fluxo d'água.
Vegetação	Uso de macrófitas, geralmente uma única espécie	Uso de diferentes espécies de macrófitas, criando cenários visuais. Porém, é importante estudar a eficiência das espécies utilizadas para o tratamento da água.

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados LEIS, 2014.

Quando o manual de Lima propõe a implantação de espaços mais sensíveis a água, se percebe que são também projetos sensíveis as demandas da população, que consideram a possibilidade de acesso em locais tradicionalmente segregados e exclusivos para funções infraestruturais. Uma área de tratamento de efluentes pode ter também um potencial paisagístico e se configurar como um espaço de lazer que pode ser utilizado pela população, garantindo uma melhor inserção urbana.

Na sequência, é apresentada uma sistematização de como adequar ou escolher a melhor tipologia de manejo das águas para cada conformação urbana.

4. Como aplicar os projetos urbanos sensíveis à água em diferentes contextos urbanos na região metropolitana de Lima?

A terceira pergunta norteadora presente no manual LEIS tem como objetivo apoiar gestores e projetistas a aplicar nas áreas de intervenção as tecnologias sensíveis as águas, apresentadas nas etapas anteriores. São consideradas oito conformações urbanas que se diferenciam pela fonte de água disponível e pelas características da ocupação, as quais são descritas no Quadro 5.

Quadro 5. Relação entre fonte de água e a ocupação urbana.

Água residual tratada sem qualidade suficiente	A1	Água residual tratada sem qualidade suficiente
Água residual doméstica bruta	B1	Água residual doméstica em assentamentos conectados à rede de esgotamento
	B2	Água residual doméstica em assentamentos não conectados à rede de esgotamento
Águas cinzas	C1	Água residual cinzenta em assentamentos em áreas planas sem rede de água potável
	C2	Água residual cinzenta em assentamentos em áreas inclinadas sem rede de água potável
	C3	Água residual cinzenta de instalações dos espaços públicos
Águas superficiais	D1	Água de rio e assentamentos às margens
	D2	Água de canais de irrigação e de assentamentos das margens

Fonte: Adaptado de LEIS, 2014.

Pode-se perceber que o manual caracteriza as diferentes configurações urbanas presentes em Lima e evidencia que para cada uma delas existe uma forma de tratamento de águas residuais mais apropriada. Entretanto, não são abordadas questões como formas de gestão e financiamento desses espaços, o que poderia contribuir para maior efetivação das ideias. Também não são evidenciadas as relações culturais peruanas e as demandas da população, aspectos que poderiam contribuir para a qualidade do projeto dos espaços públicos.

O presente estudo de caso se deterá as considerações do manual para as águas de rios próximos a assentamentos informais (D1).

4.1 ÁGUA DE RIO E ASSENTAMENTOS ÀS MARGENS

A região metropolitana de Lima possui três rios, Rímac, Chillón e Lurín cujas áreas de vale têm sofrido com o processo de ocupação informal, reflexo da falta de um planejamento do crescimento urbano eficiente e da especulação imobiliária. Esses rios mostram variação do nível da água ao longo do ano e em seus períodos secos boa parte da água é consumida no abastecimento, e os leitos permanecem secos. A qualidade da água também é variável, trechos dos rios recebem contaminação por água residual doméstica, industrial, contaminantes da extração de minério e efluentes agrícolas.

No Peru, a legislação garante uma faixa de proteção ao longo dos rios definida pela *Autoridad Nacional del Agua* (ANA). Os rios em Lima geralmente estão canalizados abertos, como muitos rios no Brasil, essa contenção tem como objetivo proteger o entorno contra inundações, ela diminui a planície ocupada pelo rio e desconecta essa variação hídrica da paisagem, em consequência as áreas verdes do entorno dos rios de Lima precisam ser regadas, visto que quase não há chuvas no país.

A Figura 3 apresenta um esquema de como o tratamento das águas urbanas poderia ser integrado aos espaços livres públicos em localidades onde as águas residuais são destinadas ao rio:

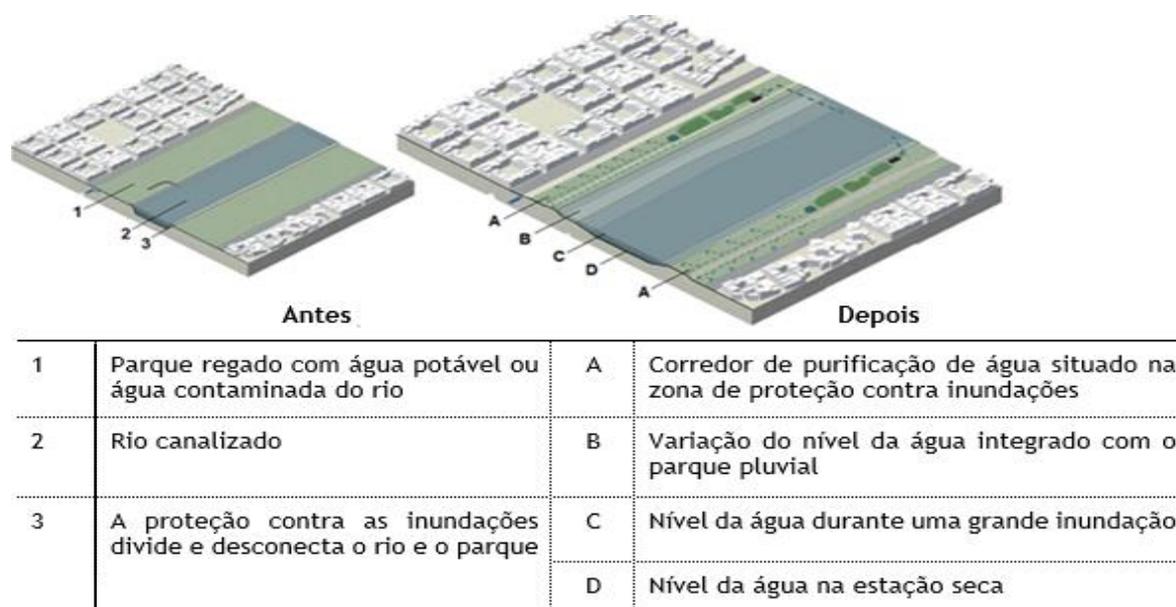


Figura 3. Águas fluviais e assentamentos às margens. Fonte: Adaptado de LEIS, 2014.

No esquema apresentado na Figura 3, o elemento central do projeto é a descanalização do rio, a partir disso é possível pensar o uso das margens fluviais considerando a área ocupada pela água tanto no período de seca, como no período de cheia. O manual propõe que o tratamento das águas pluviais contaminadas seja feito ao longo das margens do rio, na área de preservação permanente, com o reflorestamento e quando houver espaço livre disponível, implantação de alagados construídos.

Ao combinar várias funções e usos ao espaço livre público, como infraestruturas de saneamento e espaços destinados ao lazer, este pode suportar melhor a pressão da ocupação por moradias informais. Entretanto, um dos grandes desafios de pensar o projeto dos espaços públicos articulando as funções de infraestrutura e lazer é a gestão compartilhada. Propor técnicas alternativas às canalizações fluviais e as infraestruturas tradicionais de drenagem implica em questionar as formas de gestão, as licitações públicas, a dissociação do tratamento de água da gestão do espaço público, a falta de tratamento das águas pluviais e o marketing político. No planejamento dos espaços livres públicos, é, também, necessário reconhecer e incorporar as características ambientais e hidrológicas das bacias hidrográficas, as relações sociais e históricas da ocupação urbana e principalmente as demandas da população.

5. Considerações Finais

Para buscar entender um pouco mais o contexto em que o LEIS foi desenvolvido e apresentado é preciso analisar o contexto político em que ele estava inserido, para perceber se era um pensamento isolado da

academia ou se a ideia dos projetos urbanos sensíveis à água também está presente entre os gestores. Nesse sentido, em 2014, no mesmo ano de publicação do LEIS, foi elaborado o Plano Metropolitano de Desenvolvimento Urbano de Lima e Callao (PLAM 2035), uma espécie de plano diretor. O PLAM 2035 reforçava os conceitos de Infraestrutura Ecológica e Projeto Urbano Sensível à Água, e ampliava as áreas que receberiam esses projetos, mais especificamente na parte denominada Plano de Espaços Abertos e Infraestrutura Ecológica – PEAIE (Marques, 2017). O plano, provavelmente, teria facilitado o processo de financiamento pelo governo das ideias presentes na LEIS, porém, esse plano não chegou a ser aprovado⁴ pelos governantes, evidenciando as dificuldades de inserção do planejamento urbano ambiental no contexto político.

Apesar de ter quase uma década do desenvolvimento do manual de Estratégias de Infraestrutura Ecológica de Lima o mesmo apresenta avanços e proposições importantes para o manejo das águas urbanas. A forma como o manual aborda o tratamento das águas residuais: descentralizado, inserido no projeto dos espaços públicos e buscando proporcionar o acesso da população a essas áreas; é de grande valia como estudo de caso e pode ser adaptado e incorporado ao planejamento urbano ambiental de cidades brasileiras.

Para uma maior compreensão da área de estudo e dos impactos que o manual LEIS pode ter gerado no planejamento urbano de Lima, se faz necessário uma maior aproximação dos profissionais que elaboraram o manual, entrevistas com gestores e projetistas, além de visitas técnicas nos locais descritos no manual. Esses são os desdobramentos possíveis da pesquisa.

6. Referências

- Ackermann, M., & Samora, P. R. (2020). Área de preservação permanente urbana e o manejo da água: inovação, resiliência e adaptação aos eventos hidrológicos extremos. *Labor & Engenho*, Campinas, SP, v. 14.
- Ahern, J. (2007). Green infrastructure for cities: The spatial dimension. In: V. Novotny & P. Brown (Ed.): *Cities of the Future Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management*. IWA Publishing: London, UK.
- Ahern, J., & Pellegrino, P. (2012). *Green infrastructure: performance appearance, economy and working method*, paper presented at Symposium. Naturals Infrastruktur entwerfen.
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green infrastructure: linking landscapes and communities*. Washington, D.C.: Island Press.
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2001). *Green infrastructure: Smart conservation for the 21st century*. Washington, D.C.: Sprawl Watch Clearinghouse.
- Cormier, N S., & Pellegrino, P. R. M. (2008). Infraestrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. *Revista Paisagem Ambiente: ensaios*, São Paulo, n. 25, pp. 125-142.
- Ferguson, B. K. (2002). Stormwater management and stormwater restoration. In: R. L. France, (org.). *Handbook of water sensitive planning and design: integrative studies in water management & land development*. Boca Raton: Lewis Publishers Inc. pp. 11-28.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: dez. 2020.
- INEI. *Estimaciones y Proyecciones de Población Total por Sexo de las Principales Ciudades*, 2000-2005. Boletín Especial n. 23 200902389, p. 50, Peru, 2014.
- Frantzen, K. P. (2017). El plan metropolitano de desarrollo urbano de Lima y Callao 2035: análisis de um intento fallido. *Revista Iberoamericana de Urbanismo*. Año 8, n. 13, pp. 111-134.
- Marques, T. H. N. (2017). Infraestrutura verde, infraestrutura ecológica e sistema de espaços abertos: como Lima, capital peruana, vem se apropriando desses conceitos frente às mudanças climáticas. *Revista LABVERDE*, 8 (2) 129-149.

⁴ O PLAM 2035 foi encomendado pela prefeita metropolitana Susana Villarán, representante de uma esquerda moderada, que investigada por corrupção foi levada a plebiscito e retirada do cargo em 2013, (51,2% dos votos). Inserido nesse contexto político o PLAM 2035 passou por um processo de consulta e aprovação na Comissão de Desenvolvimento Urbano e no Conselho Metropolitano de Lima, ambos dirigidos por vereadores de partidos de oposição, e só foi entregue ao Gabinete da Prefeita para iniciar o processo de revisão em dezembro de 2014, fim de sua gestão. O plano até o momento não foi retomado, nem revisado pela gestão atual (2015-2018) e o plano anterior, denominado Plano Regional de Desenvolvimento Concentrado de Lima Metropolitana PRDC-LM continua em vigor (Frantzen, 2017).

McMahon, E. T., & Benedict, M. A. (2001). *Green infrastructure: smart conservation for the 21st century*, Sprawl Watch Cleringhouse. Washington, D.C.

Naumann, S., Mckenna, D., Kaphengst, T., Pieterse, M., & Rayment, M. (2011). *Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects*. Final report to the European Commission, DG Environment, Contract no. 070307/2010/577182/ETU/F.1, Ecologic institute and GHK Consulting.

LEIS. Estrategia de Infraestrutura Ecológica de Lima. *Estrategias integradas de planificación urbana y herramientas de planificación*. (2014). Disponível em: https://issuu.com/ilpe/docs/leis_-_esp_20141117_copy. Acesso em: fev. 2021.

Pilon-Smits, E. (2005). Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology*, v. 56, pp. 15-59.

Pellegrino, P. R. M. (2017). Paisagem como infraestrutura hídrica. In: *Estratégias para uma infraestrutura verde*. Barueri: Manole. pp. 25-41.

Pinheiro, M. B. (2017). *Plantas para infraestrutura verde e o papel da vegetação no tratamento das águas urbanas de São Paulo: identificação de critérios para seleção de espécies*. Dissertação (Mestrado em Paisagem e Ambiente) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Santos, E., Pinho, J. A., Moraes, L. R., & Fischer, T. (2010). *O caminho das águas em Salvador: bacias hidrográficas, bairros e fontes*. Salvador: CIAGS/UFBA; SEMA.

Zanella, L. (2008). Plantas ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: *wetlands* construídos utilizando brita e bambu como suporte. Tese. (Doutorado em Engenharia Civil, Saneamento e Ambiente) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.