



RELAÇÕES ENTRE DESENHO URBANO E ESPAÇO SUBTERRÂNEO: IMPACTOS NAS CIDADES CONSOLIDADAS SOB A ÓTICA DA SUSTENTABILIDADE NO MEIO URBANO

Emmanuela Lopes de Oliveira
Lana Teixeira de Oliveira Gomes
Mara Telles Salles

RESUMO

Diversas cidades encontram-se consolidadas no Brasil e no mundo, e que buscam iniciativas e ideias que visam um espaço urbano mais sustentável, no entanto, em sua maioria de forma isolada ou sem interação do ambiente como um todo. O desenho urbano e o espaço subterrâneo são intimamente interligados, desta forma as decisões tomadas para um deles, influenciam no outro, seja de forma positiva ou negativa. Nesse sentido, o objetivo do presente artigo é analisar as relações entre o desenho urbano incluindo as áreas de vegetação e arborização, e o espaço subterrâneo nas cidades consolidadas. A metodologia aplicada se baseia em pesquisa bibliográfica, com objetivo qualitativo e descritivo e levantamento de campo. Assim, verificou-se suas características comuns e as influências existentes entre si, e a partir delas foram traçadas ações que aplicadas às cidades consolidadas tornem seus espaços urbanos das cidades consolidadas mais sustentáveis.

Palavras-chave: Desenho urbano. espaço subterrâneo. Cidades consolidadas. Sustentabilidade urbana.

ABSTRACT

Several cities are consolidated in Brazil and in the world, and they seek initiatives and ideas that aim at a more sustainable urban space, however, mostly in isolated form or without interaction of the environment as a whole. The urban design and the underground space are closely interconnected, so the decisions made for one of them influence the other, either positively or negatively. In this sense, the objective of this article is to analyze the relationships between urban design including vegetation and afforestation areas, and the underground space in the consolidated cities. The applied methodology is based on bibliographic research, with qualitative and descriptive objective and field survey. Thus, their



common characteristics and influences were verified between them, and from them were traced actions that applied to the consolidated cities make their urban spaces of the consolidated cities more sustainable.

Keywords: Urban design. Underground space. Consolidated cities. Urban sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Relatório Perspectivas da População Mundial, da ONU (2014), hoje cerca de 54% da população mundial vive em áreas urbanas, com previsão de 66% em 2050. Para o Brasil, espera-se que em 2050, cerca de 90% da população mundial viva em áreas urbanas. As projeções para o futuro, baseadas em estudos em que é possível ter a dimensão da ocupação atual das cidades, indicam que haverá cada vez mais pessoas vivendo em áreas urbanas (ONU, 2014). Além disso, grande parte das cidades, considerando termos urbanísticos, se encontra consolidadas, ou seja, possui infraestrutura, edificações construídas há um determinado período de tempo e com poucos terrenos disponíveis (FIÚZA, 2011). O processo de estruturação física e populacional de uma cidade caracteriza o espaço urbano, onde acontecem as relações sociais e ambientais e que fazem parte de toda a infraestrutura urbana.

Segundo a Resolução nº 303, de março de 2002, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, área urbana consolidada são aquelas que devem atender os seguintes critérios: possuir definição legal pelo poder público, possuir 4 (quatro), no mínimo, dos equipamentos de infraestrutura urbana listados (malha viária com canalização de águas pluviais, rede de abastecimento de água, rede de esgotamento sanitário, rede de distribuição de energia elétrica e iluminação pública, recolhimento de resíduos sólidos urbanos, tratamento de resíduos sólidos urbanos), e densidade demográfica superior a 5 (cinco) mil habitantes por km² (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002).

Assim, grande parte das cidades que estão consolidadas possuem, pelo menos, quatro dos seis dos equipamentos urbanos, acima listados, dos quais quatro deles ocupam o espaço subterrâneo urbano. Esses equipamentos urbanos são componentes das redes de infraestrutura urbana que são responsáveis por tornar possível o funcionamento das cidades



(GUEDES et al., 2017). Outro aspecto relevante, é que a maioria dos grandes centros urbanos (cidades consolidadas) tem seu layout e desenho atual remanescentes de séculos atrás e de sua expansão, em sua maioria sem planejamento, que contribuiu para o surgimento de espaços sem preocupação com o meio ambiente (UNTHANK, 2016). Desta forma, a infraestrutura urbana possui uma relação direta com o desenho urbano, estando intimamente interligados, onde as decisões tomadas para um deles influenciam no outro, seja de forma positiva ou negativa.

Existem iniciativas em diversas partes do Brasil e no mundo, muitas aplicadas isoladamente ou à sua própria realidade, daí a necessidade de se criar ações em conjunto para as cidades consolidadas que efetivamente possam ser aplicadas. Atualmente existem o Estatuto da Cidade e o Plano Diretor que são instrumentos básicos para políticas de desenvolvimento e expansão urbana no Brasil. Dentro dessa ótica, o desenho urbano pode ser entendido como um instrumento para reduzir impactos negativos que a urbanização desequilibrada provoca no meio ambiente. Nesse sentido, um grande desafio é fomentar ideias e ações para solucionar problemas urbanos relacionados a redes de infraestrutura urbana (ANDRADE, 2014).

Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar as relações entre desenho urbano e o espaço subterrâneo comparando trechos dos bairros da Tijuca, Copacabana e Centro, na cidade do Rio de Janeiro dentro da ótica da sustentabilidade no meio urbano, levando em consideração as características das cidades consolidadas. Pretende também a partir desta análise, apontar ações que sejam capazes de serem aplicadas, e assim proporcionar melhorias no meio ambiente urbano construído. Desta forma, é necessário verificar como o ambiente construído responde a essa relação e identificar pontos possíveis de intervenção capazes de modificar e melhorar o meio ambiente urbano.

1.1 Conceitos de sustentabilidade no meio ambiente urbano

Muito se fala em sustentabilidade e no desenvolvimento sustentável, no entanto há uma tênue distinção entre esses dois termos. Segundo Maclaren (1996), sustentabilidade pode ser entendida como um estado desejável ou um conjunto de condições favoráveis que



persiste ao longo do tempo, enquanto o desenvolvimento sustentável implica um processo para que a sustentabilidade possa ser alcançada. Em relação ao meio ambiente urbano e relacionados à sustentabilidade existem diversos conceitos como a sustentabilidade urbana, a ecologia urbana, o urbanismo sustentável e o urbanismo ecológico.

O termo “sustentabilidade urbana” é usado indistintamente ao termo “desenvolvimento sustentável urbano” e tem suas origens atreladas ao surgimento do termo desenvolvimento sustentável (DALBELLO; RUTKOWSKI, 2015). A sustentabilidade urbana envolve diversas características ligadas aos aspectos de meio ambiente, social e econômico. Embora existam divergências no grau de importância dada a essas características, as necessidades ambientais devem equilibrar economia e sociedade para que se consiga efetividade da sustentabilidade urbana (MACLAREN, 1996). O planejamento urbano e as políticas públicas são os instrumentos capazes de promover a implantação da sustentabilidade urbana. Existem muitos estudos e teorias, porém na prática do urbanismo, poucos conseguem relacionar o desenho urbano e a sustentabilidade (DALBELLO; RUTKOWSKI, 2015).

O conceito de ecologia urbana, segundo Gandy (2006), é a combinação de natureza e artifícios humanos capazes de produzir o espaço urbano. O desenho urbano seria um desses artifícios, e através dele é possível criar e implantar os projetos de ecologia urbana na cidade. A Ecologia Urbana foi baseada inicialmente em abordagens multidisciplinares. Basicamente tem dois significados, um que trata do desenho de instalações ambientais e permanece no campo do desenho urbano e outro que se refere à distribuição de organismos nas áreas urbanas (ANDRADE, 2014).

Dentro do conceito de urbanismo sustentável, a cidade pode ser considerada como um ecossistema que integra diversas disciplinas e serviços no território urbano (GANDY, 2006). O Urbanismo Sustentável enfatiza a escala do pedestre, favorecendo atividades feitas a pé. Alguns projetos são chamados de “urbanismo sustentável”, porém estes são vinculados às incorporadoras que atendem classes mais altas e tem o objetivo de obter certificação ambiental (ANDRADE, 2014).



O Urbanismo Ecológico possui uma abordagem que tenta unir teoria e prática do desenho urbano. Dependendo da abordagem, pode ser interpretado por favorecer os aspectos ambientais em detrimento dos aspectos econômicos e sociais (ANDRADE, 2014). Embora os diferentes conceitos abordados apresentem características similares, para a presente pesquisa será considerado o conceito de sustentabilidade urbana, melhor abordado mais a frente, por incluir, entre outros, dois itens essenciais como o planejamento urbano e as políticas públicas, de grande importância no contexto do espaço subterrâneo e desenho urbano das cidades consolidadas.

No entanto, as discussões sobre planejamento urbano, desenho urbano ou urbanismo sustentável sempre direcionam para cidades ou núcleos urbanos em desenvolvimento, por isso muitos projetos tornam-se inviáveis ou utópicos por não se enquadrarem na realidade da maioria das cidades. Desta forma, como implementar conceitos de sustentabilidade no meio urbano em cidades centenárias que cresceram sem nenhum planejamento? O desafio é repensar essas cidades levando em conta suas características reais, utilizando conhecimento técnico e criatividade para propor ideias que as tornem mais sustentáveis, melhorando a qualidade de vida das pessoas, minimizando custos e impactos ambientais.

1.2 Desenho urbano e espaço subterrâneo

Alguns acontecimentos antecederam o surgimento do desenho urbano contemporâneo, como a consolidação do Urbanismo e da Arquitetura Modernos em vários países do mundo, a partir da Segunda Guerra Mundial, ocorrida da criação do aparato de planejamento urbano racionalista e da reconstrução das cidades destruídas, com a promoção de vários conjuntos habitacionais, seguindo os preceitos modernistas dos CIAMs (Congresso internacional de Arquitetura Moderna) e da Carta de Atenas. Em termos políticos, também houve a reconstrução do Pós-Guerra e a promoção do bem-estar social (DEL RIO, 1990).

Assim, ao longo dos anos, o traçado orgânico e as ruas estreitas foram substituídos por grandes eixos e ruas largas. Ao longo do tempo, os modelos de urbanismo e planejamento urbano sofreram críticas sendo considerados empiristas, instrumentais e idealistas. Com a Reforma Haussmann iniciou-se a criação de um sistema de abastecimento de água, de esgoto e de energia elétrica, que permitisse acabar com as epidemias e assim assegurar a



higiene urbana. Dessa crítica, surgiu uma nova forma de planejar chamada de Urban Design ou Desenho Urbano. O Desenho Urbano passa a procurar uma nova atitude de abordagem do espaço da cidade passando a considerar as contribuições interdisciplinares (ANDRADE, 2014).

Desta forma, a ciência e a técnica, nos inícios do século XX, afetaram e modificaram as atividades humanas, seja no âmbito do trabalho ou lazer. A forma urbana nesse período passa a ter aglomerações urbanas e um centro da cidade definido. Na cidade do Rio de Janeiro, a Avenida Rio Branco (Antiga Avenida Central) foi o primeiro logradouro urbano a receber serviços de instalações elétricas. Os meios de transporte também foram responsáveis por mudanças significativas, seja com o surgimento do bonde elétrico ou dos automóveis (PACHECO, 2012).

No campo da infraestrutura urbana, a grande transformação ocorreu no século XIX para resolver os conflitos da cidade industrial que englobava principalmente a questão sanitária e a mobilidade. Os grandes projetos de transformação desse período ocorreram em Barcelona, com Ildefonso Cerdá e em Paris com George Haussmann (ANDRADE, 2014). As redes subterrâneas de serviços de infraestrutura urbana são um dos elementos que fazem parte integrante do espaço subterrâneo, e são responsáveis por conectar as cidades. A forma tradicional de construção dessas redes subterrâneas, que é feita com o corte do solo e abertura de valas não é considerada sustentável. No entanto, é possível através de novas tipologias de desenho urbano propor espaços urbanos subterrâneos mais sustentáveis. Além de ser preciso englobar materiais e métodos sustentáveis no projeto, é necessário entender as interferências existentes no subsolo, pois muitos projetos tornam-se inviáveis após exploração do local (UNTHANK, 2016). O espaço subterrâneo das cidades sofreu com o mesmo processo de ocupação desordenada visto nas cidades, desta forma, acidentes, danos às infraestruturas existentes e impactos no meio ambiente são comuns (CAMPOS et al., 2006).

A interdisciplinaridade das redes de infraestrutura urbana é um ponto que dificulta seu ordenamento no subsolo urbano. Diante disso, as diversas disciplinas envolvidas nesse espaço interagem indiretamente e por isso necessitam trabalhar juntas para obter resultados



satisfatórios do ponto de vista sustentável (ANDRADE, 2014). São diversos os agentes envolvidos nos espaços destinados à passagem de redes subterrâneas. As relações entre espaços e redes subterrâneas possuem quatro situações distintas, tais como: redes públicas no espaço privado, redes privadas no espaço público, redes públicas no espaço público e redes privadas no espaço privado. Após as privatizações, a situação mais comum são redes privadas nos espaços públicos (STRUCHEL; MORETTI, 2012). As privatizações o avanço de tecnologias contribuíram para que algumas redes de infraestrutura urbana se tornassem obsoletas e para a falta de integração entre os diferentes tipos de redes (MICHEL et al., 2013). Estes processos culminaram em uma infraestrutura inadequada que se deteriora por falta de manutenção, que é incapaz de se adaptar ao aumento de demanda ou ao avanço de tecnologia, causa efeitos negativos na saúde e bem estar social (UPADHYAYA et. al, 2014). Como visto, diversas modificações ocorridas ao longo dos anos influenciaram no desenho urbano e no uso e ocupação do espaço subterrâneo. No desenho urbano convencional, conceitos ambientais, urbanísticos e hidrológicos não possuem articulação ou são desconsiderados. Um desenho urbano que atenda os princípios de sustentabilidade deve incorporar uma visão transdisciplinar que equilibre diversos fatores: ambientais, econômicos, sociais, culturais, políticos e físicos (ANDRADE, 2014).

2 METODOLOGIA

2.1 Contextualização

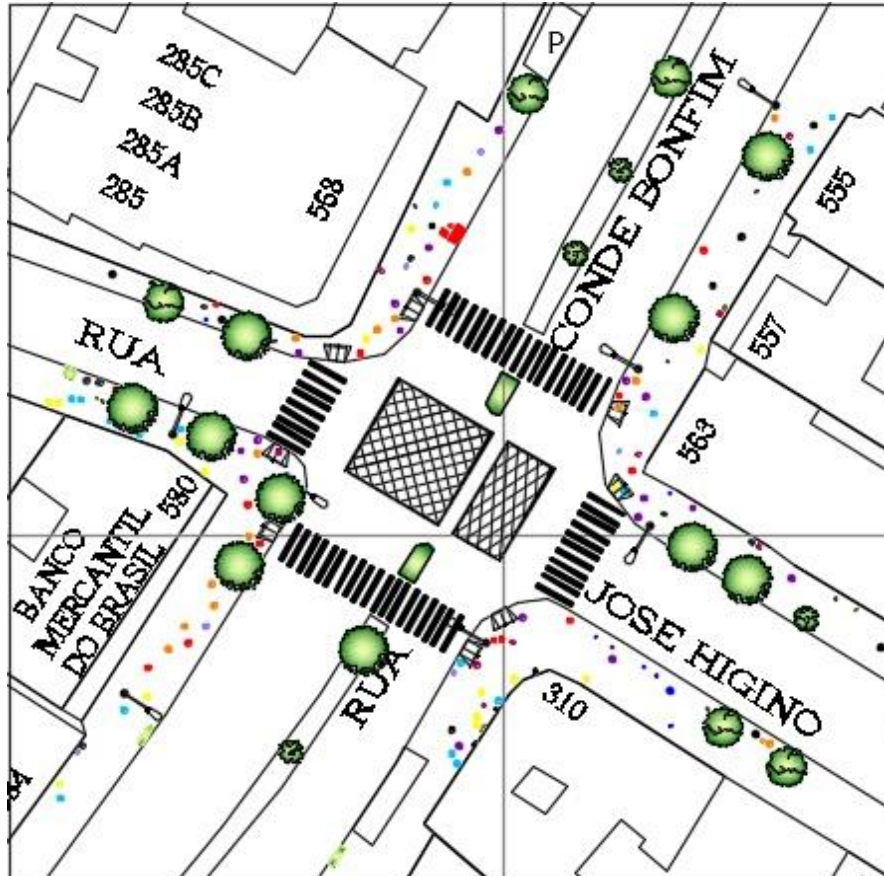
Em relação à caracterização do trabalho, o mesmo foi constituído por pesquisa bibliográfica, com objetivo qualitativo e descritivo. Segundo Godoy (1995), a pesquisa qualitativa considera o ambiente como fonte direta dos dados e o pesquisador com instrumento chave. A análise dos dados é feita de forma intuitiva e indutivamente pelo pesquisador, ao interpretar fenômenos e atribuir resultados. Para essa pesquisa foi levado em consideração as características do desenho urbano e do sistema de redes subterrâneas comumente implantados nas cidades consolidadas. A metodologia aplicada através da análise qualitativa, comparando os dados do levantamento de campo em três bairros da cidade do Rio de Janeiro, indica o quanto as redes subterrâneas interferem no desenho urbano.



2.2 Levantamento de campo: o espaço subterrâneo e o meio ambiente urbano

Selecionaram-se 3 (três) trechos que abrangem um raio de 50 (cinquenta) metros, e que correspondem aos cruzamentos de vias principais de 3 (três) bairros (1-Tijuca, 2-Copacabana e 3-Centro) da cidade do Rio de Janeiro. Os trechos desses bairros foram selecionados para análise baseado nas seguintes justificativas: possuem urbanização composta de redes novas e antigas, são trechos urbanos com infraestrutura instalada, inclusive rede de metrô nas proximidades, trechos com edificações residenciais e comerciais ou essencialmente comerciais, e por estarem inseridos em uma cidade consolidada.

No levantamento de campo realizado no mês de outubro de 2017, foram levantadas todas as tampas dos poços de visita dos trechos estudados, e que correspondem aos cruzamentos de vias principais de três bairros (1-Tijuca, 2-Copacabana e 3-Centro) da cidade do Rio de Janeiro. Foram levantadas também as árvores, canteiros e vegetação existentes nesses trechos selecionados, conforme as características do Manual Técnico de Arborização Urbana, elaborado pela Prefeitura de São Paulo (2015), em que a altura das árvores é relacionada a seu porte (grande, médio ou pequeno) e às distâncias mínimas em relação aos equipamentos e mobiliários urbanos. As tampas de poços de visita (bueiros) das redes subterrâneas de infraestrutura urbana e as vegetações foram demarcadas em uma planta cadastral da Prefeitura do Rio de Janeiro, em escala (1:50), através de ferramentas métricas (trena e/ou metro) e com auxílio de ponto de referências existentes no local, como por exemplo, lojas e equipamentos urbanos. Após levantamento de campo, demarcaram-se as tampas de poços de visita (bueiros) das redes subterrâneas de infraestrutura urbana e as vegetações na planta cadastral da Prefeitura do Rio de Janeiro, em escala (1:50), utilizando o software AutoCad (Autodesk, versão 2016), conforme mostrado nas Figuras 1, 2 e 3.

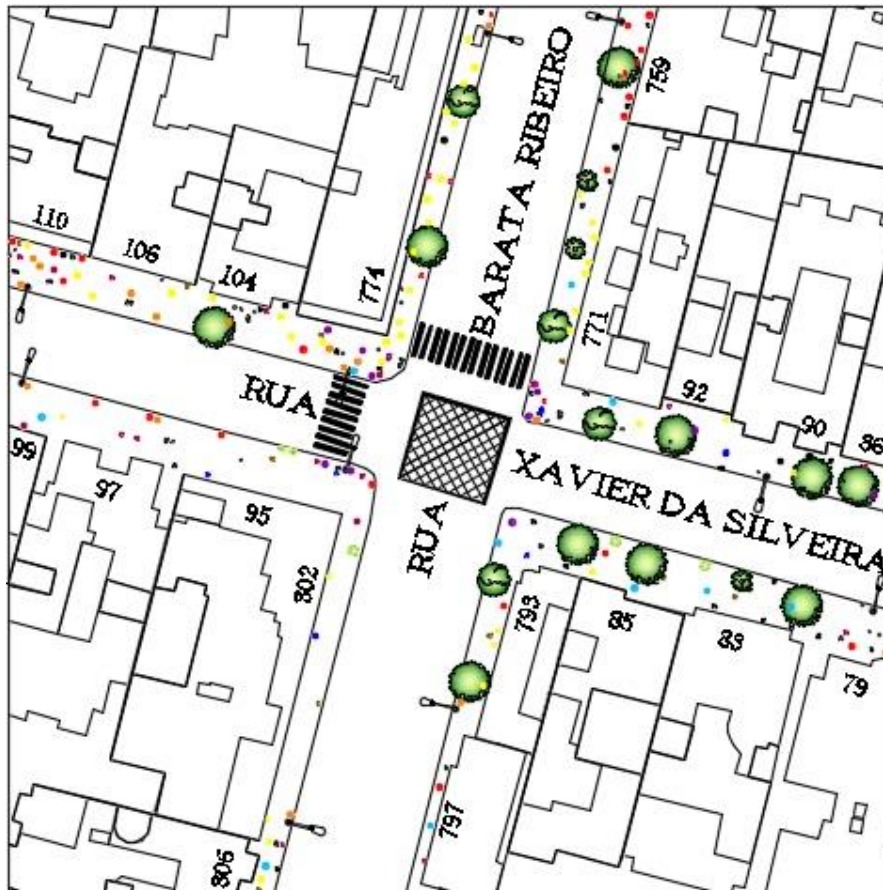


LEGENDA

- | | |
|---|--|
| ● REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - CEDAE | ● REDE DE TELEFONIA - OI, VIVO, EMBRATEL |
| ● REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS | ● REDE DE CABOS - NET |
| ● REDE DE ESGOTO - CEDAE | ● REDE DE CABOS - GVT |
| ● REDE DE ENERGIA ELÉTRICA - LIGHT | ● REDE DE VIGILÂNCIA - CET RIO |
| ● REDE DE ENERGIA ELÉTRICA - RIO LUZ | ● REDE DE INCÊNDIO |
| ● REDE DE ABASTECIMENTO DE GÁS - CEG | ● REDE NÃO IDENTIFICADA |
| ● ÁRVORE - GRANDE PORTE | ● ÁRVORE - PEQUENO PORTE |
| ● ÁRVORE - MÉDIO PORTE | ■ ÁREAS PERMEÁVEIS |

Figura 1: Levantamento da quantidade tampas de poços de visita das redes subterrâneas de infraestrutura urbana e de árvores e canteiros no trecho do bairro da Tijuca.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

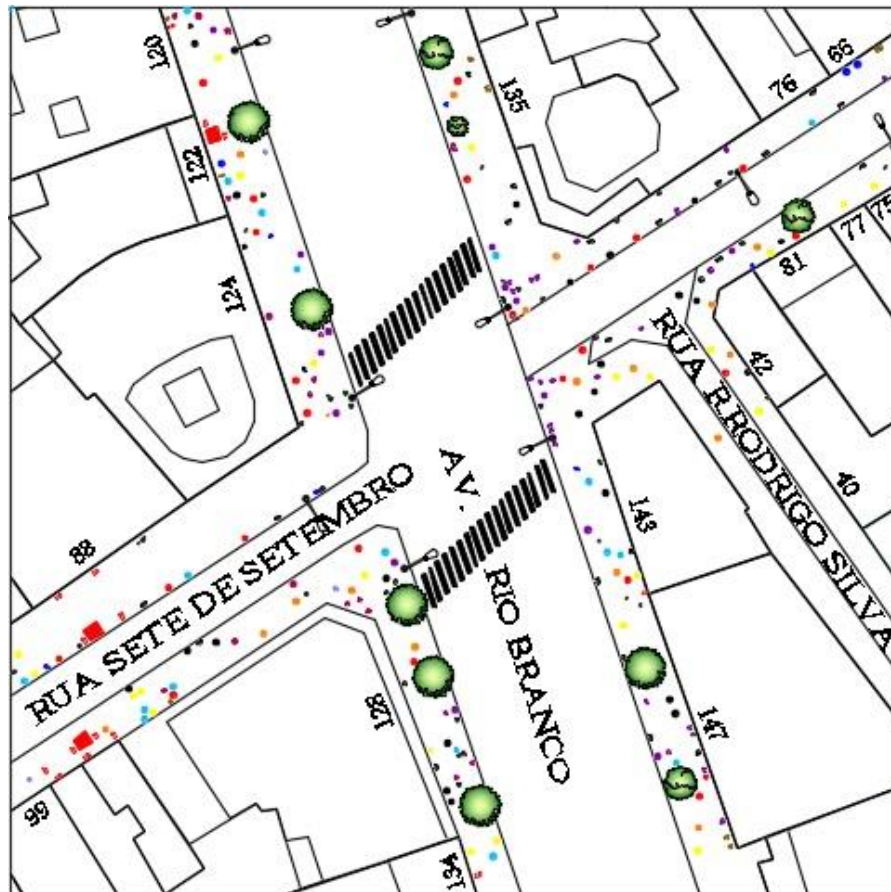


LEGENDA

- | | |
|---|--|
| ● REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - CEDAE | ● REDE DE TELEFONIA - OI, VIVO, EMBRATEL |
| ● REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS | ● REDE DE CABOS - NET |
| ● REDE DE ESGOTO - CEDAE | ● REDE DE CABOS - GVT |
| ● REDE DE ENERGIA ELÉTRICA - LIGHT | ● REDE DE VIGILÂNCIA - CET RIO |
| ● REDE DE ENERGIA ELÉTRICA - RIO LUZ | ● REDE DE INCÊNDIO |
| ● REDE DE ABASTECIMENTO DE GÁS - CEG | ● REDE NÃO IDENTIFICADA |
| ● ÁRVORE - GRANDE PORTE | ● ÁRVORE - PEQUENO PORTE |
| ● ÁRVORE - MÉDIO PORTE | ■ ÁREAS PERMEÁVEIS |

Figura 2: Levantamento da quantidade tampas de poções de visita das redes subterrâneas de infraestrutura urbana e de árvores e canteiros no trecho do bairro de Copacabana.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.



LEGENDA

- | | |
|---|--|
| ● REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - CEDAE | ● REDE DE TELEFONIA - OI, VIVO, EMBRATEL |
| ● REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS | ● REDE DE CABOS - NET |
| ● REDE DE ESGOTO - CEDAE | ● REDE DE CABOS - GVT |
| ● REDE DE ENERGIA ELÉTRICA - LIGHT | ● REDE DE VIGILÂNCIA - CET RIO |
| ● REDE DE ENERGIA ELÉTRICA - RIO LUZ | ● REDE DE INCÊNDIO |
| ● REDE DE ABASTECIMENTO DE GÁS - CEG | ● REDE NÃO IDENTIFICADA |
| ● ÁRVORE - GRANDE PORTE | ● ÁRVORE - PEQUENO PORTE |
| ● ÁRVORE - MÉDIO PORTE | ■ ÁREAS PERMEÁVEIS |

Figura 3: Levantamento da quantidade tampas de poções de visita das redes subterrâneas de infraestrutura urbana e de árvores e canteiros no trecho do bairro do Centro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.



3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise das relações entre o espaço subterrâneo e o meio ambiente urbano

Baseada na classificação do porte das árvores (grande, médio ou pequeno) Manual Técnico de Arborização Urbana (Prefeitura de São Paulo, 2015), e no levantamento de campo, foi elaborada a Tabela 1, que quantifica as árvores e canteiros encontrados nos trechos analisados dos bairros da Tijuca, Copacabana e Centro da cidade do Rio de Janeiro.

Tabela 1: Levantamento da quantidade de árvores e canteiros nos trechos analisados dos bairros da Tijuca, Copacabana e Centro.

TIPOS DE VEGETAÇÃO	TIJUCA	COPACABANA	CENTRO
ÁRVORE DE GRANDE PORTE	10	10	6
ÁRVORE DE MÉDIO PORTE	4	4	3
ÁRVORE DE PEQUENO PORTE	4	3	1
CANTEIRO	3	4	1
TOTAL	21	21	11

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Pode se observar que os bairros da Tijuca e Copacabana, em que ambos os trechos selecionados possuem residências e comércios, com característica predominantemente residencial, foram quantificadas a mesmas quantidades de vegetação, com diferença apenas nas árvores de baixo porte e canteiros. Ainda assim, o levantamento indicou a mesma quantidade final de vegetação nos dois trechos analisados.

O trecho analisado do bairro Centro, com característica predominantemente comercial, apresentou quantidade significativamente menor que os trechos analisados da Tijuca e Copacabana. As diferenças entre esses trechos são mais acentuadas para árvores de grande porte, árvores de baixo porte e canteiros. A quantidade de árvores de médio porte é praticamente a mesma nos três bairros. Os trechos analisados dos bairros da Tijuca e



Copacabana apresentam praticamente o dobro da quantidade de vegetação encontrada no bairro Centro.

As características similares de tipo de vegetação encontrada nos trechos dos bairros da Tijuca e Copacabana se justificam por serem trechos bem similares quanto a perfis de urbanização e desenho urbano. Ambos são trechos constituídos de um cruzamento entre ruas principais de grande fluxo de veículos com ruas de fluxo menor de veículos, que possuem estação de metrô, bairros predominantemente residenciais que possuem um centro comercial relevante e bem desenvolvido, do ponto de vista urbanístico, com toda a rede de infraestrutura instalada.

As características dos tipos de vegetação encontrada no trecho do bairro do Centro se justificam por ser um trecho de um bairro que passou por diversas transformações urbanísticas ao longo do tempo, assim como também a implantação do metrô, e a mais recente com implantação do VLT (Veículo leve sob trilho). Essas modificações descaracterizaram esse trecho, alterando entre outras características a quantidade de árvores existentes. A partir da Tabela 1, foi elaborado o Gráfico 1 que mostra de forma mais clara as características descritas acima sobre os trechos analisados.

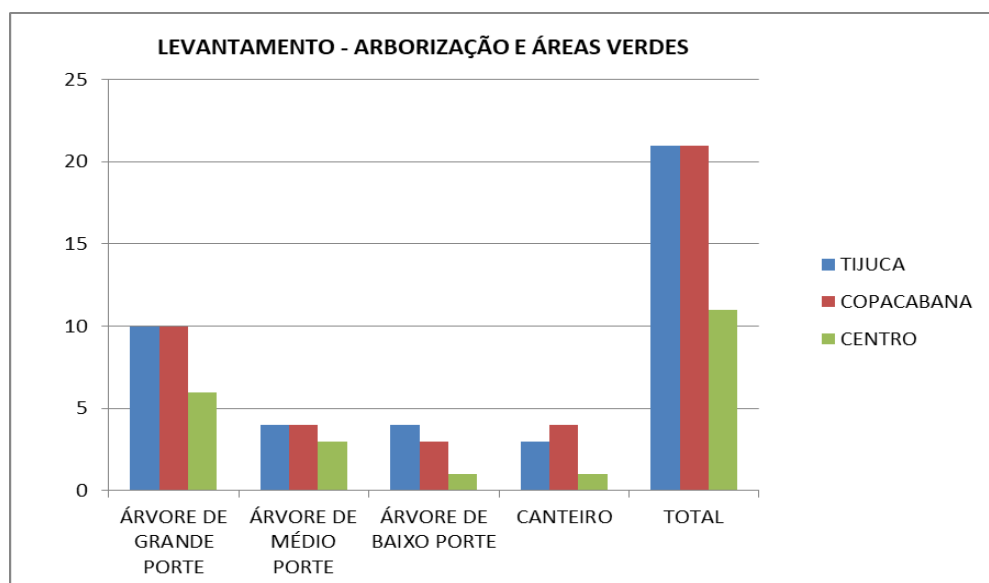


Gráfico 1: Levantamento da quantidade de árvores e canteiros nos trechos analisados dos bairros da Tijuca, Copacabana e Centro.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.



Um resultado que a pesquisa confirma, é que em áreas comerciais, como no trecho analisado do bairro Centro, o subsolo urbano possui uma densidade de ocupação com redes de infraestrutura bem maior que nos trechos estudados dos bairros com características mais residenciais da Tijuca e Copacabana.

A falta de responsável em gerir esses espaços públicos e/ou privados, dificulta a precisão do levantamento para atualização do cadastro das redes, comprometendo a eficiência dos serviços prestados, permanecendo a insegurança nos trabalhos desenvolvidos pelos técnicos responsáveis por operações instalação, reparo ou manutenção. A criação de meios de gerenciamento do espaço subterrâneo da cidade do Rio de Janeiro é imprescindível, e deve criada pelo setor público em conjunto com a iniciativa privada.

Pode-se observar ainda que o espaço subterrâneo dos trechos analisados é densamente ocupado, e que essa ocupação influencia diretamente na implantação, quantidade e tipo de vegetação. Nos trechos analisados, quanto maior a ocupação do espaço subterrâneo, menor a quantidade de vegetação e áreas verdes permeáveis (canteiros). A metodologia aplicada através da análise qualitativa, comparando três trechos dos bairros da Tijuca, Copacabana e Centro, indica o quanto as redes subterrâneas interferem no desenho urbano.

3.2 Ações sustentáveis para o desenho urbano e espaço subterrâneo de cidades consolidadas

A análise do meio ambiente urbano das cidades consolidadas em relação ao espaço subterrâneo inclui o desenho urbano, que como visto é remanescente de diversas transformações ocorridas ao longo do tempo nas cidades. As redes de infraestrutura urbana também participaram e influenciaram as modificações feitas no meio ambiente das cidades, contribuindo para o resultado do desenho urbano atual. Sendo assim, a análise das relações das redes subterrâneas de infraestrutura urbana, que ocupa a grande parte do espaço subterrâneo das cidades, com o desenho urbano atual das mesmas, pôde fornecer subsídios para fomentar espaços mais condizentes com a sustentabilidade urbana.



O grande dilema da sustentabilidade urbana é como agir diante dos grandes centros urbanos ou cidades já densamente povoadas, que cresceram desordenadamente, de maneira que efetivamente suas características sejam aplicadas. Há uma grande quantidade de projetos e propostas que são mais facilmente aplicadas em loteamentos, bairros ou cidades idealizadas e planejadas antes de seu surgimento. Algumas iniciativas e ideias visam causar menos impactos ao meio ambiente urbano, no entanto, a maioria destas iniciativas é voltada para novas aglomerações urbanas e que não funcionam em cidades consolidadas ou são ideias isoladas que não incluem todo o sistema que está interligado, como o desenho urbano e o espaço subterrâneo. Segundo Patchett e Price (2013), utilizar infraestruturas urbanas que aumentem a permeabilidade do solo urbano deve ser uma diretriz do desenho urbano para o urbanismo sustentável.

Os modelos e projetos de redes subterrâneas de infraestrutura urbana, que apresentam inovações ou melhorias para o ambiente urbano, não contemplam ações, que aplicadas à realidade dessas cidades consigam transformar esse espaços de acordo com suas características e sua previsão de crescimento. Isso se justifica pelo fato de que projetos para cidades que são planejadas desde sua concepção têm mais liberdade e menos limitações, principalmente na elaboração do desenho urbano e redes subterrâneas de infraestrutura, pois não esbarram nos problemas comuns das cidades consolidadas e que cresceram desordenadamente ao longo dos séculos. Nas cidades é possível verificar características do desenho urbano e ocupação do espaço subterrâneo que não condizem com os parâmetros da sustentabilidade urbana. Além disso, em cidades e bairros adensados há uma grande dificuldade de implementação de projetos sustentáveis, seja pela limitação do espaço físico, pela dinâmica espacial existente, ocupação desordenada do subsolo, custos ou inexistência de políticas públicas eficazes.

A busca por cidades consolidadas que sejam mais sustentáveis implica diretamente em compensações, compensar o meio ambiente altamente degradado. Sendo assim, ações que visem aspectos sustentáveis em ambientes como estes devem estar relacionados diretamente aos aspectos social, econômico e ambiental. As ações que são diretamente ligadas aos aspectos da sustentabilidade devem integrar a sociedade a conscientização da



importância do meio ambiente, ou seja, promover a compensação ambiental através do benefício econômico e gerenciar o espaço subterrâneo.

Após análise do ambiente urbano nos trechos estudados da cidade do Rio de Janeiro e das relações existentes entre desenho urbano e espaço subterrâneo, foi possível estipular ações essenciais para que as cidades consolidadas consigam incorporar aspectos sustentáveis em seu desenho urbano e espaço subterrâneo já existente. As ações sustentáveis levam em consideração as relações entre desenho urbano e espaço subterrâneo, e estão fundamentadas em três aspectos: compensação ambiental e benefício econômico, sociedade e meio ambiente, e gerenciamento do espaço subterrâneo. As características do desenho urbano e espaço subterrâneo, em sua maioria, são comuns entre si, o que confirma a estreita ligação entre esses elementos urbanos, assim como as ações para amenizar os impactos causados nas cidades consolidadas, que são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2: Relações entre desenho urbano e espaço subterrâneo e ações para cidades consolidadas.

CIDADES CONSOLIDADAS		
CARACTERÍSTICAS		AÇÕES
DESENHO URBANO	ESPAÇO SUBTERRÂNEO	SUSTENTABILIDADE
Sem planejamento na maioria das cidades	Sem planejamento na maioria das cidades	Planejamento de acordo com as características do lugar
Sem regulamentação voltada para o meio ambiente	Sem regulamentação voltada para o meio ambiente	Regulamentação voltada para o meio ambiente
Calçadas estreitas	Falta de espaço faz com que as redes de infraestrutura ocupem todo o subsolo. Solo sem permeabilidade.	Substituição da camada do pavimento por revestimento permeável
Calçadas largas	Falta de ordenamento faz com que as redes de infraestrutura ocupem todo o subsolo. Solo com pouca ou nenhuma permeabilidade	Calçada dividida em espaço para vegetação e pedestres (redes subterrâneas). Substituição da camada do pavimento por revestimento permeável



Calçada impermeável	Perda da capacidade de absorção de água pelo solo que provoca inundações	Vegetação + Revestimento permeável
Arborização + Vegetação	Raízes interferindo nas instalações	Espaço para arborização separada das redes subterrâneas
Falta de arborização	Aquecimento da superfície e subsolo danificando redes	Arborização das ruas e melhor qualidade do ambiente e do ar
Falta de manutenção das calçadas	Danos nas redes subterrâneas	População contribuindo pela manutenção com desconto em impostos
Ruas impermeáveis	Aquecimento da superfície do solo e subsolo causando danos às redes	Ruas com pavimento permeável
Asfalto antes da implantação de redes subterrâneas	Serviços urbanos sem interação, escavações e geração de resíduos sólidos	Otimização e interação das redes de serviços subterrâneos

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Essas ações capazes de minimizar os impactos gerados pela ocupação desordenada e sem planejamento. A concretização de tais ações representa um ambiente urbano com mais qualidade de vida e mais sustentável. Embora as medidas adotadas não eliminem os impactos causados ao longo de anos, as mesmas podem trazer compensação e recuperação dos espaços mesmo que em longo prazo. Além disso, para que ocorra uma mudança significativa no desempenho de qualidade de vida do meio urbano é necessário que haja integração entre designers, arquitetos, planejadores e cientistas para análise e aplicação de novos desenhos urbanos.

4 CONCLUSÕES

O ambiente público urbano é formado pelo desenho urbano conhecido por todos e pelo invisível espaço subterrâneo, em que ambos estão intimamente interligados e suas relações causam impactos diretos ao meio ambiente urbano. A grande discussão em torno da sustentabilidade em busca de cidades com melhor qualidade de vida envolve questões



sociais, ambientais e econômicas, e são essenciais e inadiáveis. Muitos estudos apontam para o planejamento urbano como fator essencial para cidades sustentáveis, no entanto, a realidade mostra que a grande maioria dos centros urbanos se encontra consolidados e que sua situação atual não é favorável ao meio ambiente, assim como tende a se tornar insustentável ao longo do tempo.

A partir da análise das relações entre desenho urbano e espaço subterrâneo foi possível demonstrar suas características comuns e as influências existentes entre si, e a partir delas traçar ações que aplicadas às cidades consolidadas tornem seus espaços mais sustentáveis. Essas ações representam medidas sustentáveis possíveis de serem efetivamente aplicadas às cidades consolidadas, pois leva em consideração a estrutura complexa e dinâmica das cidades, tornando ambientes urbanos mais sustentáveis.

Portanto, seja na a integração entre projetos de redes de infraestrutura subterrânea com o de desenho urbano contribui para o ordenamento do subsolo, amplia a segurança destas redes para os trabalhadores envolvidos e os cidadãos, diminuem os impactos causados pelas obras de infraestrutura relacionadas à mobilidade urbana, e necessária para a qualidade de vida dos indivíduos, e melhora a qualidade do meio ambiente urbano como um todo, com a possibilidade de aumentar as áreas permeáveis e a arborização desses espaços públicos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. M. S. 2014. **Conexões dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos – A construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem.** Universidade de Brasília.

BARROS, M. L.. 2015. **Rio será a cidade mais afetada por mudanças climáticas.** <http://odia.ig.com.br/noticia/rio-de-janeiro/2015-10-14/rio-sera-a-cidade-mais-afetada-por-mudancas-climaticas-na-america-do-sul.html>



CAMPOS, G. *et al.* **O “invisível” espaço subterrâneo urbano.** São Paulo em Perspectiva, São Paulo, Fundação Seade, v. 20, n. 2, p. 147-157, abr./jun. 2006.

DALBELO, T. S.; RUTKOWSKI, Emília Wanda. 2015. **O desenho urbano e a sustentabilidade.** Anais - Sessões Temáticas. XVI ENANPUR – Espaço, Planejamento e Insurgências.

DEL RIO, V. 1990. **Introdução ao Desenho Urbano no Processo de Planejamento.** São Paulo. Ed. Pini. 200p.

FIÚZA, C. 2011. **A cidade e seu crescimento. Sobre a Urbe.** Disponível em: <https://sobreurbe.wordpress.com/2011/12/15/a-cidade-e-seu-crescimento/>. Acessado em: 10 de fev. de 2017.

GANDY, M. 2006. **Urban nature and the ecological imaginary. In the Nature of Cities – urban political ecology and the politics of urban metabolism.** Routledge, New York.

GODOY, A. S. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais.** Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, mai/jun, 1995.

GOOGLE. 2016. **Google Maps – Rua Conde de Bonfim com Rua José Higino – Tijuca.** Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/R.+Jos%C3%A9+Higino+-+Tijuca,+Rio+de+Janeiro+-+RJ/@-22.9298202,-3.2375109,20z/data=!4m5!3m4!1s0x997e147470fce1:0x810aa9e04a91a012!8m2!3d-22.929554!4d-43.2382747>. Acesso em 16 de jul 2016.

GOOGLE. 2016. **Google Maps – Rua Barata Ribeiro com Xavier da Silveira – Copacabana.** Disponível em: <https://www.google.com.br/search?q=RUA+BARATA+RIBEIRO+COM+RUA+XAVIER+DA+SILVEIRA&npsic=0&rflfq=1&rlha=0&rllag=-22976671,-43191267,69&tbm=lcl&ved=2ahUKEwiEoPDxp4rbAhXBDpAKHZ8ICPsQtgN6BAgBEDA&tbs>



=lrf:!2m1!1e2!2m1!1e3!3sIAE,lf:1,lf_ui:2&rlodoc=1#lfi=hd:;si:;mv:!1m3!1d3685.2333115370807!2d-43.19241872730419!3d-22.976874946464285!3m2!1i562!2i1541!4f13.1. Acesso em 16 de jul 2016.

GOOGLE. 2016. **Google Maps – Avenida Rio Branco com Rua da Assembleia – Centro.** Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/R.+da+Assembl%C3%A9ia+-+Centro,+Rio+de+Janeiro+-+RJ/@-22.9056021,-43.1776848,19.75z/data=!4m5!3m4!1s0x997f5f9eead745:0x442e3471fe37fc03!8m2!3d-22.905164!4d-43.1764478>. Acesso em 16 de jul 2016.

GUEDES, Gunar H.; RIBEIRO, Kairo F. S.; CARMO, Tânia do; JÚNIOR, Carlos A. de O M. 2017. **Redes de infraestrutura urbana e suas relações com os componentes técnicos, sociais e ambientais.** Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/download/59/79>. Acessado em 02 de mar de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Vamos conhecer o Brasil - Nosso povo: Características da população. 2010.** Disponível em: <<http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-povo/caracteristicas-dapopulacao.htm>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

MACLAREN, V. W. 1996. Urban Sustainability Reporting. Journal of the American Planning Association, Vol. 62, No. 2, Spring.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS (IPP). **Luiz Roberto Arueira: Informação para transformar.** 2015. Disponível em: <http://prefeitura.rio/web/ipp/exibeconteudo?id=5502647>. Acesso em 22 de maio 2017.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS. **Rio começa a construir mapa do subsolo inédito no Brasil.** Rio de Janeiro, 16 abr. 2011. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/ipp/exibeconteudo?id=1712753>>. Acesso em: 13 dez. 2017.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. 2002. **Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>. Acessado em 12 de mar de 2018.

OLIVEIRA, E. L.; OLIVEIRA, L. T.; SALLES, M. T. 2012. **Sustentabilidade em obras de redes subterrâneas de infraestrutura: Realidade brasileira.** VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói. Rio de Janeiro.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Relatório Perspectivas da população mundial.** 2014. Disponível em: <http://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050>. Acesso em: 26 nov. 2017.

PACHECO, S. M. M. 2012. **O CARÁTER INOVADOR DA AVENIDA RIO BRANCO (RIO DE JANEIRO) NO INÍCIO DO SÉCULO XX: LUZES, TRILHOS E AÇÕES.** Simpósio Internacional Globalización, innovación y construcción de redes técnicas urbanas em América y Europa, 1980-1930. Brazilian Traction, Barcelona Traction y otros conglomerados financieros y técnicos. Universidad de Barcelona, Facultad de Geografía e Historia.

PATCHETT, J.; PRICE, T. 2013. **Sistemas de gestão de água pluvial.** In: **FARR, Douglas. Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza.** Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. 2015. **Manual Técnico de Arborização Urbana.** Disponível em: https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2015/03/MANUAL-ARBORIZACAO_22-01-15_.pdf. Acessado em 08 de mar de 2018.

REDE CLIMA - Rede de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Urbanas. 2015. **Relatório 2014-2015.** INPE. Disponível em: <http://redeclima.ccst.inpe.br>. Acessado em 02 de fev de 2017.



STRUCHEL, A. C. O., e MORETTI, R. S. 2012. **A Gestão dos espaços públicos e as redes subterrâneas.** Revista de Arquitetura e Urbanismo, p. 88-94.

UNTHANK, S. 2016. Curtin University. **Sustainability as an integral component of underground infrastructure tunnelling in an urban environment.** Departmente of Transport, Planning and Local Infrastructure. State Government Victoria. Australia.

UPADHYAYA, Jyoti Kumari; BISWAS, Nihar; TAM, Edwin. **A review of infrastructure challenges: assessing stormwater system sustainability.** Canadian Journal of Civil Engineering. 2014, 41(6): 483-492, 10.1139/cjce-2013-0430.

WSUD. 2013. **Water sensitive urban design. Creating more liveable and water sensitive cities in South Australia.** Austrália. Disponível em: <http://www.environment.sa.gov.au/files/516f3ac2-16ff-43fd-b078-a26900b99a81/water-sensitive-urban-design-policy-gen.pdf>. Acessado em 02 de fev de 2017.