

IV enanparq

Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Porto Alegre, 25 a 29 de Julho de 2016

BRASÍLIA SENSÍVEL À ÁGUA

SESSÃO TEMÁTICA: ÁGUA & AMBIENTE CONSTRUÍDO

Liza Maria Souza de Andrade
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UnB
lizamsa@gmail.com

Guilherme Nery Lacerda
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo- UnB
gui_tal@hotmail.com

Adriane Balieiro Oliveira
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UnB
alesadriane@gmail.com

Alessandra Adriane Barbosa Oliveira
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UnB
alesadriane@gmail.com

Pedro Rodolpho Ramos Camargo
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UnB
pedroourodolpho@gmail.com

André Luís de Faria Dantas
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UnB
andreldants@gmail.co

BRASÍLIA SENSÍVEL À ÁGUA

RESUMO

Neste artigo pretende-se apresentar o projeto Brasília Sensível à Água que trata da situação das águas no Distrito Federal no contexto do Bioma Cerrado e das mudanças climáticas. Brasília, hoje com aproximadamente 2,9 milhões de habitantes, tem expectativa de crescimento previsto para mais 1,3 milhões de pessoas em 2040, no entanto, é apontada como uma das cinco Unidades Federativas do Brasil com menor reserva de água por habitante e está localizada numa região estratégica no âmbito dos recursos hídricos do Brasil. Segundo a Caesb, considerando a atual capacidade de produção de água com a demanda futura prevista, a partir de 2020 será necessário novo sistema de produção, sendo que em localidades com baixa disponibilidade de água bruta já é percebida uma deficiência no abastecimento. Com as alterações climáticas, segundo técnicos da EMBRAPA, a média anual de precipitação passou de 1.500 para 1.200 milímetros nos últimos anos. Para combater a falta de água no futuro, propostas para novos mananciais já estão sendo implementados, sendo uma delas o projeto do Sistema Produtor Lago Paranoá, que é um reservatório de água, mas não abastecedor, recebe dejetos de duas estações de tratamento de esgoto e está sofrendo um processo de assoreamento devido à ocupação urbana na Bacia do Paranoá. Portanto, nesta pesquisa intenciona-se, futuramente, explorar o potencial de novos padrões de desenho para melhorar o desempenho do ciclo hidrológico, em relação à infiltração, captação, saneamento ecológico e produção de alimentos no espaço urbano, bem como da saúde ambiental para dar continuidade aos estudos para elaboração do Manual "Desenhando com a água no meio urbano: padrões espaciais e infraestrutura ecológica" desenvolvido no âmbito do grupo de pesquisa Água & Ambiente Construído da FAU/UnB, que se encontra em desenvolvimento (Editais ProC/UnB 2014-2015; 2015-2016; 2016-2017). Até o final da pesquisa espera-se contribuir com estudos para o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá – CBH-RH.

Palavras-chave: Infraestrutura ecológica. Padrões Espaciais. Desenho Urbano Sensível à Água.

Water Sensitive Brasília

ABSTRACT

This article is intended to present the project Water Sensible Brasilia, which covers the situation of the waters in the federal district of Brazil in the context of the Cerrado Landscape And the climate changes in Brasilia, a city with around 2,9 million citizens nowadays, with an appointed expectation of growing another 1,3 million people by 2040. However, it's one of the five federative unities of Brazil with the smaller amount of water reserve for each citizen And it's located in a strategic area when it comes to the hidric resources in Brazil. According to CAESB, considering the actual capacity of water production with the expected future demand, there will need another production system by 2020, considering that places with a low availability of brute water is already noticed with a lack of distribution. With the climate changes, according to technicians of Embrapa, the anual average of precipitation dropped from 1500 to 1200 millimeters in the last years. To sieze the lack of water in the future, proposals for new water reaervatories are already being applied, such as the project of the Producing System of the Paranoa Lake, which is a water reservatory, but not a supplier, and receives dejects from two wastewater stations and it's suffering a process of silting due to an urban occupation at the Paranoa Bowl. On this research, there ia the intention of, in the future, exploring the potential of new water Suatainable patterns to improve the quality of the hidrological cycle, when it comes to infiltration, receiving, ecological water management systems And the production of food in the urban environment, as well as ecogical health in order to continue the studies in the "Drawing with water in the urban environment: spatial patterns And ecological infrastructure" developed by the research group "water And built environment", at FAU/UnB, now in development (Editais ProC/UnB 2014-2015;

2015-2016; 2016-2017). By the end of this research, is expected for it to contribute with studies of the Hydrographic bowl comitee of the Paranoa Lake CBH-RH.

Keywords: Ecological infrastructure. Spatial Patterns. Water Sensitive Urban Design.

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas que a humanidade vai enfrentar neste século é a questão da escassez de recursos hídricos, como já está sendo observado em várias regiões do Brasil, um país com população predominantemente urbana. Será cada vez mais difícil abastecer as cidades brasileiras, como o caso de Brasília, hoje com aproximadamente 2,9 milhões de habitantes, tem expectativa de crescimento previsto, maior que a média de outras cidades, para mais 1,3 milhões de pessoas em 2040.

A pressão sobre os recursos hídricos é um produto do crescimento populacional e econômico, expresso em altos índices de expansão urbana e poluição das águas, como, também, em grandes áreas desmatadas para produção agropecuária. Com as alterações climáticas, estes impactos geram crescentes episódios de inundações e secas intensas, afetando tanto a quantidade como a qualidade de água doce disponível no país.

Segundo estudos desenvolvidos pelo Goddard Space Flight Center da NASA, publicado em outubro de 2015, a quantidade de água nas regiões Sudeste e Nordeste do país diminuiu significativamente entre 2012 e 2015. Para enfrentar esse desafio, é preciso reconhecer e lidar com a grande diversidade geoclimática, socioeconômica e de distribuição da população no território nacional.

A expansão da fronteira agrícola no Bioma Cerrado, causada pelo agronegócio, pode comprometer seriamente a situação das águas no âmbito do Distrito Federal e do país. Esta fronteira que antes se concentrava na Amazônia passou a ocupar a região do Cerrado na última década quando as plantações de soja, milho e algodão, começaram a substituir a vegetação nativa, segundo pesquisadores da Universidade de Vermont nos EUA que estudaram mudanças de uso do solo em uma região do Cerrado, no texto publicado na revista *Global Change Biology* em 2016. Com base em modelos matemáticos para estimar a quantidade de água que é reciclada do solo e das plantas para a atmosfera pelo processo de evapotranspiração, os cientistas concluíram que grandes plantações reciclam menos água que as áreas cobertas por vegetação nativa, considerando o período de seca que chega a até 60% a menos. A redução das massas de ar no Cerrado poderá provocar um desequilíbrio no regime de chuvas da Amazônia.

Na visão de Barbosa (2014), na região do Cerrado, por ser carente em nutrientes e ser muito rico em alumínio em determinadas áreas, agricultores e pecuaristas precisam inserir fertilizantes e calcário para adequar o solo a suas necessidades, o que torna inviável a recuperação do solo original. Além disso, o fertilizante e calcário que são carregados pelas águas acabam poluindo os rios. O uso extensivo do solo em práticas agropecuárias também

pode levar a erosão destes e, conseqüentemente, a perda de grandes camadas superficiais do solo. Na região do Planalto Central, é onde nascem os cursos d'água da maioria das bacias hidrográficas do continente sul-americano, cabeceiras de três Regiões Hidrográficas do País: Tocantins-Araguaia, Paraná e São Francisco.

Conforme alerta Barbosa (2014), o nível dos lençóis freáticos está diminuindo e seria impossível reverter a regeneração do Cerrado em curto prazo. A destruição do bioma, em termos vegetação, desencadeia uma série de eventos que afeta o ciclo da água em grande escala. Um terço da estrutura da planta do Cerrado fica acima do solo, os outros dois terços se situam no subsolo, e é justamente esse extenso e complexo sistema de raízes que absorve a água e alimenta os lençóis freáticos e os aquíferos em grandes profundidades. Milhões de anos de evolução fizeram com que a vegetação do bioma tivesse alto grau de especialização e adaptação a um solo de difícil manejo e pobre em nutrientes.

Portanto, mesmo quando a vegetação nativa é desmatada para a introdução de outras espécies vegetais exóticas ao Cerrado, o ambiente é fortemente alterado. A vegetação introduzida não possui adaptação natural ao bioma, pois suas raízes muito mais superficiais que a das espécies nativas não tem capacidade de infiltrar a água adequadamente. Sem esse abastecimento o nível dos lençóis freáticos diminui e conseqüentemente os aquíferos e os rios.

Neste contexto, com 5 779,999 km², o Distrito Federal hoje com 31 Regiões Administrativas é apontado como uma das cinco Unidades Federativas do Brasil com menor reserva de água por habitante. Está localizado numa região estratégica no âmbito dos recursos hídricos do Brasil. Em seu território estão sete bacias hidrográficas (Rio Descoberto, Rio Corumbá, do Paranoá, do Rio Maranhão, do Rio São Bartolomeu, do Rio São Marcos e do Rio Preto). Essas bacias fazem parte de três macros bacias nacionais, a do Rio Paraná (Rio Descoberto, Rio Corumbá, Paranoá, Rio São Bartolomeu), a do Rio São Francisco (Rio Preto e Rio São Marcos) e a do Rio Tocantins (Rio Maranhão).

Mesmo possuindo muitas nascentes e cabeceiras não há a formação de rios de grande vazão capazes de suprir a demanda e a média de consumo por habitante é excessivamente superior à média nacional. Em função da proximidade das nascentes, os mananciais possuem baixa disponibilidade hídrica para atender ao contingente populacional.

Atualmente, a disponibilidade hídrica do Distrito Federal, avaliada em 2014 por técnicos da Caesb (CBH-RP, 2014), está na faixa considerada crítica, inferior a 1.500 m³/habitante/ano. A vazão média captada pela CAESB em 2013 foi de 7.391 L/s, valor bem próximo da vazão captável, que é de 9.311 L/s. Com as alterações climáticas, segundo técnicos da

EMBRAPA, a média anual de precipitação passou de 1500 para 1.200 milímetros nos últimos anos.

A Bacia do Paranoá está situada na porção central do Distrito Federal, apresentando a maior concentração populacional, é a única que está totalmente inserida no território do DF. Ela é coincidente com a área definida como Patrimônio Cultural da Humanidade – previsto no Decreto Distrital nº 10.829/87, pela Portaria nº 314/1992 e pela Portaria nº 68/ 2012 do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico (IPHAN) que ratificou as normas que sustentam a preservação do Plano-Piloto de 1957.

Tendo em vista a problemática da drenagem urbana em Brasília, em outubro de 2015 foi organizada uma oficina técnica “As águas pluviais e a Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília” pela Superintendência do IPHAN no Distrito Federal e a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária - ABES/DF com o intuito de levantar princípios e critérios para nortear uma política pública de manejo das águas pluviais urbanas de baixo impacto ambiental. Foram discutidas soluções para harmonizar o manejo das águas pluviais urbanas com a preservação da cidade de Brasília. É de interesse do IPHAN conciliar novas técnicas de infraestrutura verde com o paisagismo da cidade de Brasília.

O tipo de sistema de drenagem utilizado no Distrito Federal vem acarretando impactos ambientais na bacia, como alterações no regime hidrológico dos rios, alteração da qualidade da água (contaminação de aquíferos), assoreamento, erosão, impactos sobre o ecossistema aquático, dentre outros. A decisão de usar o Lago Paranoá como manancial de abastecimento e o enquadramento das águas superficiais do DF, em debate no Conselho de Recursos Hídricos, traz à tona a discussão sobre o controle da poluição difusa e o grande problema de assoreamento que vem sofrendo o Lago Paranoá.

O urbanismo baseado nos fluxos de água, com o desenho de cidades em torno do papel e da dinâmica da água, tem-se tornado uma ferramenta poderosa em muitas partes do mundo desenvolvido (ANDRADE, 2014). O desenho urbano com foco na questão da água deve ser uma consequência da ocupação ecologicamente sustentável, segundo o programa do governo australiano WSUD (Water Sensitive Urban Design) para “Cidades Sensíveis à Água”.

Os parâmetros urbanísticos ou padrões espaciais urbanos devem estar em harmonia com outras políticas e planejamento do uso do solo e preservação ambiental, transporte, energia, dinâmica da população e seus resíduos e atender aos princípios de sustentabilidade em várias dimensões: social, econômica, cultural e ambiental. Além disso, a ocupação urbana ecologicamente sustentável deve incluir todas as estratégias de sobrevivência associadas

às expectativas sociais, quanto ao desempenho da forma urbana, tanto para atender a questões dos deslocamentos entre moradia, trabalho e lazer, quanto para manter o equilíbrio dos ecossistemas e processos naturais.

Neste artigo pretende-se apresentar resultados parciais do projeto Brasília Sensível à Água com os primeiros resultados da análise integrada da situação das águas no DF, no contexto do Bioma Cerrado quanto à captação e abastecimento de água, drenagem urbana, esgotamento sanitário e produção de alimentos, considerando o ciclo da água no meio urbano.

1.1 O projeto “Brasília Sensível à Água” no contexto do grupo de pesquisa “Água & Ambiente Construído” da FAU/UnB

O grupo de pesquisa “Água & Ambiente Construído” do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, criado em 2015, desenvolve estudos para fomentar a gestão integrada de água dentro do ambiente construído pela implementação e avaliação de ações que promovam a preservação de recursos hídricos e meio ambiente, considerando seus aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, culturais, sociais e ambientais. As linhas de pesquisa incluem: i) Ciclo da Água e Padrões Espaciais; ii) Tecnologias e Sistemas Inovadores; iii) Planejamento e Gestão; e iii) Água e Sociedade.

A linha de pesquisa Ciclo da Água & Padrões Espaciais Urbanos tem como coordenadora a professora Liza Maria Souza de Andrade que desenvolveu sua tese de doutorado nesta direção com o estudo sobre “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”. A pesquisa demonstrou a potencialidade do desenho urbano sob a ótica da cidade vista como sistema complexo para estudos transdisciplinares da sustentabilidade urbana, que inclui as necessidades humanas, a capacidade de suporte dos ecossistemas, bem como a estabilidade dos processos naturais, como os fluxos de água. A água aqui é interpretada como o elemento de equilíbrio “transdisciplinar”, parâmetro necessário de regulação para a sobrevivência de todas as espécies.

Apresentações em workshops sobre desenho urbano sustentável e padrões de ocupação e uso do solo na Bacia do Lago Paranoá, organizados pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá – CBH-RP foram importantes para demonstrar a problemática na bacia do Paranoá e a necessidade de integrar os estudos desenvolvidos bem como os planos do território. Nas reuniões do CBHRP, atuando como membro da Câmara Técnica de Assessoramento do Lago Paranoá, constatou-se a preocupação dos pesquisadores com a

necessidade de integração entre as políticas públicas do DF para o futuro plano de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Paranoá.

Foram realizados dois workshops para promover o diálogo entre pesquisadores, técnicos dos órgãos governamentais em suas várias esferas, além de ouvir os movimentos ambientalistas. No primeiro workshop, sobre o “Assoreamento do Lago” em 2011, foi dada, à pesquisadora, a oportunidade de fazer uma apresentação sobre importância do desenho urbano sustentável para a diminuição do processo de assoreamento e o futuro da Bacia Hidrográfica do Paranoá. Foram demonstrados os impactos existentes resultantes dos padrões de uso do solo e os modelos de infraestrutura de drenagem ultrapassados, e apresentados novos caminhos para o desenho urbano sensível à água com técnicas de infraestrutura verde.

No segundo workshop, sobre “Padrões de uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá”, em 2012, na palestra intitulada “Conexões dos padrões de uso e ocupação do solo com os recursos hídricos”, foram apresentados resultados da pesquisa de doutorado, ainda em sua fase intermediária, sobre a avaliação dos instrumentos de políticas do DF (ZEE, PDOT, PPCUB, PDDU) e das agendas verde e marrom, que se traduz nos planos de preservação ambiental e nos planos de ordenamento territorial.

No terceiro evento, “Seminário Gestão de Recursos Hídricos e Uso do Solo no Distrito Federal: Realidades e Perspectiva” - realizado em novembro de 2014, foram apresentados resultados finais da tese de doutorado com aplicação em dois cenários para expansão urbana no Setor Habitacional Taquari, área prevista por Lucio Costa, em Brasília Revisitada como Asa Nova Norte, região já projetada pela TERRACAP para a Serrinha do Paranoá. A região da Serrinha do Paranoá é uma área caracterizada por alta sensibilidade ambiental com vários cursos d’água alimentando o Lago Paranoá, que está em processo de assoreamento. É uma área e privilegiada pela proximidade com a região central de Brasília, portanto, questiona-se porque uma região tão nobre não ser urbanizada e ocupada com densidades mais altas e não apenas por núcleos rurais.

O governo sofre uma forte pressão das construtoras e inclusive da população que não tem conhecimento da importância do local para as águas do DF. Em contraponto à pressão da especulação imobiliária, há questões que envolvem problemas de regularização fundiária, com ocupações irregulares. Entre os líderes comunitários locais, há um consenso de que ali deveria ter uma ocupação ecologicamente sustentável, inclusive a Administração do Lago Norte defende que aquela área deve ser totalmente preservada.

Porém, nas análises constatou-se que o direcionamento para parcelamentos de ocupações com baixas densidades não promove a urbanidade e a mobilidade e, conseqüentemente, estimula a exclusão social. Foram apresentadas soluções diferenciadas de desenho urbano, a partir análise das diretrizes dos planos do território na Bacia do Lago Paranoá e da sobreposição de mapas de sensibilidade ambiental da de mobilidade, esta representada pela ferramenta da Sintaxe Espacial, que demonstra o movimento natural das pessoas, o nível de integração e acessibilidade da malha viária.

Dando continuidade aos estudos, o projeto de pesquisa “Brasília Sensível à Água” teve início no âmbito do Projeto de Iniciação Científica do Edital ProIC 2015/2016 com estudos que tratam da situação das águas no Distrito Federal no contexto do Bioma Cerrado e das mudanças climáticas, visando o potencial de novos padrões de desenho para melhorar o desempenho do ciclo hidrológico, em relação à infiltração, captação, tratamento de esgoto ecológico e produção de alimentos no espaço urbano, tendo como base a questão da saúde ambiental.

A partir dos dados levantados, ao final da pesquisa pretende-se dar continuidade aos estudos sobre padrões espaciais e técnicas de infraestrutura ecológica (iniciado no ProIC 2014/2015) que estão inseridos no desenho urbano sensível à água, para áreas ocupadas e expansões urbanas na Bacia do Lago Paranoá (inserida na Bacia do Paranoá) por meio de desenvolvimento de novos cenários para contribuir com o prognóstico sugerido no Termo de Referência do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Afluentes do Rio Paranaíba no DF – PRH-Paranoá, desenvolvido pela WWF em 2013, em conjunto com membros do Comitê de Bacia do Rio Paranoá. Acredita-se que esta pesquisa poderia contribuir com resultados de diagnóstico das análises dos planos do território por meio de mapas e relatórios técnicos para a promoção de oficinas sugeridas pelo Termo de Referência: tecnologias sociais e ambientais e boas práticas na construção civil.

Ao final do projeto pretende-se elaborar um manual “Desenhando com a água no meio urbano: padrões espaciais e infraestrutura ecológica”, que se encontra em desenvolvimento, iniciado no Edital ProIC 2014/2015.

2. O CICLO DA ÁGUA NO MEIO URBANO E AS CIDADES SENSÍVEIS À ÁGUA

Sabe-se que concentração de pessoas em áreas urbanas altera drasticamente os fluxos de água, sedimentos, substâncias químicas e micro-organismos, e aumenta a emissão de calor residual. Os processos hidrológicos e o desempenho climático da região são alterados com a ocupação urbana, a retirada da vegetação ou introdução de um novo tipo de vegetação, a modificação da superfície do solo, a impermeabilização e novas superfícies edificadas, bem

como o uso de redes de drenagem subterrâneas. Essas modificações antrópicas que ocorrem na paisagem afetam diretamente os caminhos por onde a água circula, desde os processos de infiltração e escoamento, precipitação até a recarga de aquíferos.

Embora muitos elementos do ambiente natural sejam afetados por atividades humanas, como os caminhos e abstrações hidrológicas (fontes de águas), a estrutura do ciclo da água se mantém nas áreas urbanas (UNESCO, 2008, p.12). Entretanto, esse ciclo é amplamente danificado pelos impactos da urbanização no meio ambiente e pela necessidade de prover serviços de água à população urbana, incluindo abastecimento de água, drenagem, gestão e coleta de águas residuais, e usos benéficos de águas receptoras.

Segundo o documento da UNESCO (2008, p. 4) sobre o “Ciclo da Água Urbano”, existem dois aspectos que têm impactos diretos na gestão dos recursos hídricos nas áreas urbanas: arquitetura urbana e estilo de vida das pessoas. A arquitetura tradicional, que reflete as características da região, em muitas cidades grandes está sendo substituída pela arquitetura internacionalizada por causa da globalização e do crescimento populacional, com mudanças concomitantes na hidrologia urbana.

A densidade da população e edificações, sistema de coleta da água da chuva, material usado na construção, e sistema de coleta de águas residuais estão entre os principais fatores que causam mudanças no “ciclo da água urbano”. Ver Figura 1.

Essas alterações podem aumentar o volume e a velocidade de escoamento, a frequência e a gravidade das enchentes, e pico dos fluxos da tempestade. Além disso, o tipo de desenho da malha viária, com sua extensão e área pavimentada, juntamente com o macroparcelamento, podem ter influência significativa sobre a impermeabilização total do solo, corte no terreno e a hidrologia do parcelamento local.

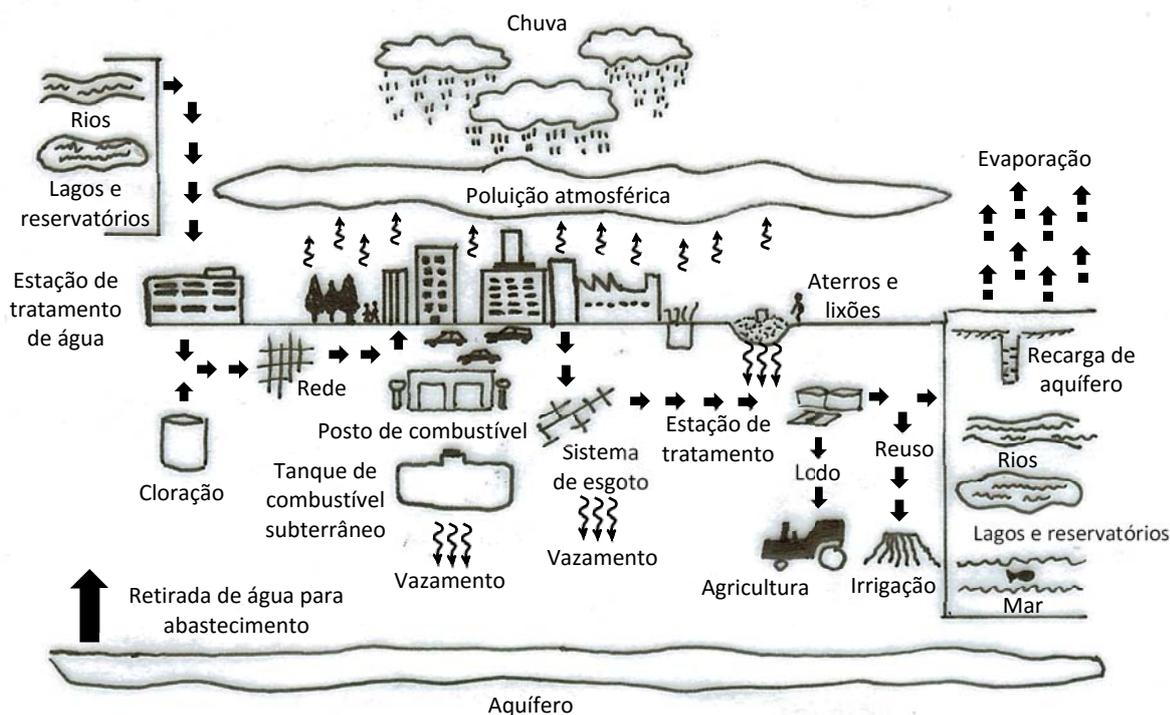


Figura 1 – Ciclo da Água Urbano. Fonte UNESCO (2008), adaptado Lima et al (2013)

Dessa forma, a configuração urbana e seus padrões espaciais demonstram a relevância de possibilitar, mediante o conhecimento em pesquisas, novas soluções para os fluxos de água na cidade, tendo ainda por base os aspectos naturais que influenciam a habitabilidade das cidades. A análise do ciclo urbano da água se torna um importante indicador sistêmico.

O campo disciplinar do desenho urbano tem chamado atenção de pesquisadores de outras áreas do conhecimento, por meio de documentos produzidos para organismo internacionais, quanto à possibilidade de mitigação de impactos ambientais, principalmente sob a ótica do ciclo da água urbano. Hill (2009) ressalta a importância do papel do desenho urbano no desempenho dos ecossistemas aquáticos urbanos com ênfase no escoamento da água da chuva nas cidades e nos futuros sistemas de infraestrutura urbana. Ele salienta que os novos desenhos vão precisar de suporte de um quadro de integração que aproxime os designers, planejadores e cientistas para análise e aplicação, a fim de mudar significativamente o desempenho hidrológico geral urbano.

Várias regiões dos Estados Unidos tornaram-se referências internacionais na proposição e implementação de novos padrões de designs para sistemas de água urbanos, com ênfase na maneira de lidar com o escoamento de água da chuva nas cidades. Como exemplos, destacam-se Seattle, Washington, Portland, Oregon e pequenas comunidades no Condado de Prince George, Maryland, bem como o estado de Maryland. Esses novos padrões são integrados ao desenho urbano e tem algumas denominações: nos Estados Unidos, são

conhecidos como LID (Baixo Impacto sobre o Desenvolvimento) ou NDS (Sistemas de drenagem natural); no Reino Unido, como SUDS (Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável).

O programa do governo australiano “Desenho Urbano Sensível à Água” (WSUD, 2012 e 2013) enfatiza a questão da influência das configurações urbanas sobre os fluxos de recursos. Visa assegurar que o desenvolvimento urbano e a paisagem urbana sejam cuidadosamente projetados, construídos e mantidos de modo a minimizar os impactos sobre o ciclo da água urbano. É uma tentativa de aplicar as técnicas de infraestrutura verde e princípios de design responsivo ao clima, à segurança da água, à proteção contra cheias e à saúde ecológica das paisagens terrestre e aquática, desde o nível de toda a bacia ao nível da rua. O programa WSUD reconhece que todos os fluxos de água no ciclo da água urbano são um recurso: a água potável, a água da chuva, as águas de drenagem, os cursos d’água potável, águas cinza (água das pias de banheiro, chuveiro e lavanderia), águas negras (banheiro e cozinha) e as águas subterrâneas (mineralização de água).

Na visão da manutenção do ciclo da água, a localização de medidas de tratamento que irão determinar como manter e operar o sistema são determinantes para melhorar o desempenho.

A abordagem “tradicional” de saída envolve a construção de um único tratamento na saída da captação que, embora seja mais fácil de manter, tem a desvantagem de necessitar de tratamento de volumes muito grandes de água em um local, que muitas vezes é longe da fonte do poluente. A abordagem “distribuída” consiste em diferentes técnicas de tratamento de menores proporções, instaladas ao longo da bacia hidrográfica. Um método distribuído irá incorporar uma variedade de tipos estruturais de tratamento. Para garantir a máxima eficiência de remoção de poluentes, deve ser considerada uma abordagem de domínio no tratamento durante cada passo do processo de design, particularmente onde as necessidades de pré-tratamento podem ser um problema.

Todos os locais da cidade, incluindo edifícios, estradas, caminhos e espaços abertos podem contribuir para a gestão sustentável da água. Significa dizer que a água municipal pode depender cada vez menos de captação externa e se tornar objeto de gestão de captação local. Por exemplo, as estradas podem ser fontes de água através de águas pluviais coletadas; os edifícios podem ser locais para reduzir a poluição de águas pluviais por meio de jardins tropicais. Todos esses fatores estão associados ao desenho urbano, mas um desenho que incorpora a estrutura urbana em sua totalidade, inclusive as expectativas sociais.

No entanto, no Brasil o planejamento urbano de zoneamentos, se distanciou dos estudos da forma urbana; trabalha com diretrizes gerais, não valoriza a configuração urbana e suas relações do padrão de organização. Isso tem dificultado a interface com a abordagem ecológica científica do urbanismo. Além disso, a maioria das pesquisas em recursos hídricos concentra-se na área de conhecimento das engenharias; e muitas vezes não está conectada a outras pesquisas, como a forma urbana e seus padrões de ocupação, os tipos edifícios e sua relação com renda e o consumo de água e impactos nos ecossistemas.

Em geral, as diretrizes urbanísticas dos planos diretores para ocupações em áreas ambientalmente sensíveis, sob a guarda do “urbanismo sustentável”, são direcionadas para baixas densidades ou edifícios em altura isolados típico de classes de renda mais alta, como condomínios isolados do contexto urbano desfavorecendo a heterogeneidade espacial.

Nos últimos anos, os resultados encontrados nos estudos da Agência de Proteção Ambiental – EPA (US-EPA, 2005; 2006) - sugerem que a baixa densidade nem sempre é a melhor estratégia para proteger os recursos hídricos, desde que analisada no contexto regional e de outras bacias hidrográficas as áreas estratégicas de conectores ecológicos e recarga de aquíferos. Pela necessidade de construir mais estradas para o deslocamento pode impactar novas áreas ao invés de aproveitar áreas existentes.

A seguir, serão demonstrados, resultados parciais do projeto Brasília Sensível à Água, uma análise do ciclo da água no meio urbano no âmbito do planejamento e desenho urbano de Brasília com foco na Bacia do Paranoá.

3. A ANÁLISE DO CICLO DA ÁGUA NO MEIO URBANO EM BRASÍLIA: A SITUAÇÃO DAS ÁGUAS NO DF COM FOCO NA BACIA DO PARANOÁ.

A Bacia do Paranoá é responsável por drenar uma área de cerca de 1004,7 km. É composta por 5 unidades hidrográficas: Santa Maria-Torto, Bananal, Riacho Fundo, Ribeirão do Gama e Lago Paranoá. Dentro da área da Bacia do Paranoá ainda há o surgimento de diversos condomínios ilegais, aumentando ainda mais a demanda por água das diversas nascentes do local. Segundo Menezes (2010), a bacia de contribuição do Lago Paranoá encontra-se próxima do seu estágio máximo de ocupação, onde praticamente somente algumas das Áreas de Preservação Permanente – APPs - estão em seu estágio natural equivalente à época de formação do lago artificial, em 1954.

Além disso, houve uma ocupação urbana das bordas da bacia, substituindo as áreas de agricultura. Com a previsão de ocupação da “Asa Nova Norte”, prevista por Lúcio Costa, na Setor Habitacional Taquari, a “Serrinha do Paranoá”, uma área que ainda contém zona rural, haverá uma grande transformação na paisagem urbana e no ciclo da água urbano.

Nas análises desenvolvidas por Lima, Andrade e Hollanda (2013) sobre padrões de uso e ocupação do solo, os fluxos de água e o contexto social por meio de cruzamentos de pesquisas correlacionadas com a arquitetura e urbanismo, sobre a relação dos padrões de uso e ocupação do solo, tipos edifícios, consumo e renda da população (HOLANDA, 2010; SANT'ANA, 2011), e com a geologia, sobre padrões espaciais e taxas de impermeabilidade e escoamento (MENEZES, 2010), verificou-se que, quanto maior a renda, menor a densidade urbana, maior o lote, menor o escoamento superficial e maior o consumo de água. No Paranoá, que tem a população de renda mais baixa, a média de consumo é de 165 l/pessoa/dia e no Lago Sul é de 681 l/pessoa/dia, conforme ilustra a figura 2.



Figura 2. Padrão espacial do Paranoá (à esq.) e Padrão espacial do Lago Sul (à dir.). Fonte: CODEPLAN-DF, disponível em <http://ortofoto.mapa.codeplan.df.gov.br/demo/tms>

Em Brasília, há sérios problemas quanto às baixas densidades edificadas, à monofuncionalidade e à alta dispersão da ocupação territorial, com concentração de comércio e serviços no centro metropolitano (HOLANDA, 2010). Concomitantemente os loteamentos em modelo de chácaras não asseguram baixos impactos, visto que o paisagismo de espécies exóticas substitui grande parte da cobertura vegetal dos lotes, além da impermeabilização crescente no interior desses. A substituição de plantas nativas por plantas menos complexas, a compactação do solo e falta de manejo prejudicam a infiltração, mesmo que existam extensas áreas verdes em Brasília.

Segundo o documento CBH-RH (2014), o crescimento rápido das cidades satélites do DF, não seguiram a proposta de espaços verdes do Plano Piloto. O surgimento de bairros sem nenhum planejamento tais como Vicente Pires e Arniqueiras, com apenas suas Áreas de Preservação Permanente, e bairros como Águas Claras que foi erguido sobre uma região de nascentes, com lotes apresentando um padrão de ocupação de 100%, agravaram mais ainda a situação das águas no DF. Entre as consequências mais alarmantes de tais

ocupações está o assoreamento do Córrego Riacho Fundo, com impactos diretos no Lago Paranoá, assim como o assoreamento do braço do Córrego Bananal, causado pela implantação do Bairro Noroeste. Concebido para ser exemplo de projeto ecologicamente correto, o projeto deste Setor previa áreas verdes entre os prédios, destinadas às obras de drenagem pluvial. No entanto, estão, atualmente, ocupadas por garagens, inviabilizando tais obras de infraestrutura.

Segundo informações da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES - desde que Brasília foi fundada, os conceitos utilizados na drenagem urbana sofreram uma verdadeira revolução e a cidade não foi adaptada, sendo necessário agir na fonte do problema e reduzir as vazões do escoamento superficial que demandam as redes de drenagem. As ações da NOVACAP para a drenagem urbana são isoladas das estratégias do parcelamento do solo e paisagismo, não contemplando as novas técnicas de infraestrutura ecológica, necessárias às cidades sensíveis à água. As técnicas adotadas estão ultrapassadas e, as novas intervenções próximas ao Lago Paranoá na forma de “piscinões”, propostas na Escala Bucólica, prevista no plano de Lúcio Costa, podem causar impacto à paisagem urbana e à saúde pública.

Por outro lado, os parâmetros urbanísticos do Plano de Ordenamento Territorial do DF – PDOT são limitados no que tange às relações de interação entre a forma construída, espaços abertos e os processos naturais como os fluxos de água. O detalhamento da escala local fica a critério da Lei de Uso e Ocupação do Solo – LUOS, que não está em vigor. Essas leis lançam apenas diretrizes com foco apenas no uso do solo e das taxas de permeabilidade. Essas taxas contribuem para a infiltração de água no solo, mas não é o suficiente para promover um bom desempenho do ciclo da água no meio urbano, as administrações locais não conseguem fiscalizar a ocupação do lote e os espaços livres públicos não são utilizados ainda como forma de infiltração, captação e armazenamento de água da chuva.

Quanto à questão do esgotamento sanitário, o Distrito Federal destaca-se no contexto nacional, no que diz respeito aos indicadores de saneamento, principalmente nos quesitos, índice de atendimento com coleta de esgotos e ao percentual de esgotos coletados tratados. Segundo dados da Caesb a maioria das 31 Regiões Administrativas está plenamente atendida, porém algumas ainda apresentam índices baixos de atendimento como as do Lago Sul, Sobradinho, por terem grande número de conjuntos residenciais com sistemas individuais de tratamento. Outras, porém, não receberam uma estrutura de rede coletora que atenda toda demanda.

Por ser a unidade federativa que tem maior número de unidades conectadas, eleva Brasília à posição de maior produtor de lodo per capita do país. Assim, no Distrito Federal são empregadas variadas tecnologias de tratamento de esgotos, combinando diferentes processos, que torna a estimativa de produção de lodo um problema de maior complexidade.

Outro aspecto importante para fechar o ciclo de entradas e saídas de recursos na bacia hidrográfica é a produção agrícola do DF, que segundo dados da CODEPLAN-DF de 2013 e a SEAGRI de 2015, é bem significativa, a terceira unidade da federação mais competitiva em agricultura, com cerca de 119 mil hectares de culturas vegetais com a mecanização e a tecnologia das lavouras consideradas as melhores do país, o que faz com que a produtividade na região seja extremamente alta. Mas mesmo assim, ainda é necessário suprir a demanda local com produtos de outros estados, visto que se trata de monoculturas e grande parte com uso de agrotóxico.

A tabela 2 abaixo demonstra resultados parciais da análise do Ciclo da Água Urbano em Brasília.

Tabela 2 – Análise do Ciclo da Água Urbano em Brasília (Edital ProIC/UnB 2015-2016)

ANÁLISE DO CICLO DA ÁGUA URBANO EM BRASÍLIA	
Pesquisas em andamento	Resultados Parciais
ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E SITUAÇÃO DAS ÁGUAS DO DF: demandas por novos padrões de abastecimento de água.	Os atuais sistemas de produção necessitam do reforço de novos mananciais para o atendimento da demanda futura. Dois grandes empreendimentos estão previstos: Sistemas Produtores Corumbá IV e Lago Paranoá, que, em primeira parte, acrescentarão 4,9 m ³ /s à oferta hídrica da região e, em segunda etapa, mais 3,3 m ³ /s, totalizando 8,2 m ³ /s. O Sistema Paranoá, com captação do lago próxima à Barragem do Paranoá, irá fortalecer o abastecimento de águas das Regiões Administrativas atendidas principalmente pelos Sistemas Santa Maria/Torto, Planaltina/Sobradinho e São Sebastião. Com o Sistema Produtor de Água do Paranoá a Caesb espera atender 600 mil pessoas nas regiões de expansão urbana a norte e a leste. É um reservatório de água, mas não abastecedor, e também recebe dejetos de duas estações de tratamento de esgoto.
O CICLO DA ÁGUA NO CERRADO: novos padrões urbanos para reestabelecer o equilíbrio do trinômio solo-vegetação- atmosfera.	São variadas as informações sobre a real situação do Cerrado no Distrito Federal, estima-se, de acordo com o projeto Mapear em parceria com o Ibiam, que cerca de 41% da área dos parques e unidades de conservação estão degradados ou perturbados, ou seja, tiveram suas características alteradas. De acordo com o atual Secretário do Meio Ambiente do DF (2016), com certeza, há menos de 40% de todo o Cerrado ainda vivo. A Bacia do Paranoá apresenta cerca de 30% de sua área ocupada por núcleos com características urbanas, 26% por formação savânica e 25% por formação campestre. Segundo Ferrer e Del Negro (2015), quase dois terços da área da Bacia do Lago Paranoá é atualmente compreendida por Unidades de Conservação e áreas protegidas com 16.000ha. Na bacia os solos são predominantemente latossolos e cambisolos, sendo ambos argilosos. Segundo Oliveira (2014), o aumento da produção agrícola, da atividade industrial, do forte crescimento populacional e da disseminação

<p>HORTAS URBANAS E JARDINS AGROFLORESTAIS NO DF: a demanda por produção de alimentos na cidade para otimizar o uso de água.</p>	<p>de condomínios irregulares, vem colocando em risco o ambiente do Distrito Federal.</p> <p>A produção agrícola do DF é bem significativa, sendo a terceira unidade da federação mais competitiva em agricultura, com cerca de 150 mil hectares de culturas vegetais, porém, apesar de possuir mecanização e tecnologia das lavouras, uma das melhores do país, todas utilizam agrotóxicos e grãos transgênicos, causando impacto nos recursos hídricos e dos 5691 produtores de hortaliças do DF, apenas 231 produzem em um sistema agroecológico, livre de pesticidas e agrotóxicos. De acordo com (ADASA, 2012), a agricultura irrigada é responsável por 16,2% do consumo de água no DF, um valor pequeno comparado com outras unidades federativas. Mas. O modelo agroflorestal poderia potencializar a eficiência dessa irrigação além de suprir a demanda de orgânicos já que a capital é uma das maiores consumidoras do país.</p>
<p>NOVOS PADRÕES URBANOS DE SANEAMENTO ECOLÓGICO: alguns casos bem sucedidos no DF e a relação com a saúde ambiental.</p>	<p>O atendimento referente ao esgotamento sanitário no Distrito Federal realiza-se por meio de 5.169 quilômetros de redes, 61 elevatórias e 16 estações de tratamento de esgotos ETEs, distribuídas ao longo de quatro bacias hidrográficas: Bacia Lago Paranoá (Brasília Norte e Sul), Bacia São Bartolomeu, Bacia Rio Ponte Alta/ Alagado e Bacia Rio Descoberto/Melchior. A qualidade de infraestrutura e do serviço da Caesb está sob controle, uma vez que apenas uma estação se encontra funcionando acima da vazão definida em projeto, porém há que se considerar algumas ocupações irregulares como a Vila Cauhy. O grande problema do sistema é o tratamento do lodo das ETEs com a digestão anaeróbia. O lodo é encaminhado para o aproveitamento e/ou disposição final em diferentes alternativas: disposição em aterro sanitário, uso agrícola, recuperação de áreas degradadas, uso em reflorestamento (silvicultura), produção de substrato vegetal, e uso como matéria-prima na fabricação de cerâmica vermelha. As características dos lodos das estações Brasília Norte e Melchior seriam compatíveis com as alternativas de aplicação de lodo no solo para ambas as resoluções, seja na agricultura, silvicultura ou recuperação de áreas degradadas. Já no caso dos lodos gerados nas ETEs Gama e Brasília Sul, sob as condições atuais, a única alternativa possível para aplicação de uso no solo seria a recuperação de áreas degradadas, porém com atenção para os impactos nos recursos hídricos.</p>
<p>DRENAGEM URBANA NO DF: Novas demandas por infraestrutura ecológica frente ao futuro incerto de escassez de água.</p>	<p>De acordo com o CBH-RP (2014), o ZEE-DF aponta que existem 373 lançamentos de drenagem pluvial, dentre os quais 124 são pontos de lançamento de águas pluviais no Lago Paranoá e, nenhum deles possui estruturas/técnicas que possibilitem melhorar a qualidade da água lançada como estruturas de sedimentação e de dissipação da energia do escoamento, contribuindo para o processo de assoreamento. Além disso, o lançamento de águas servidas contém, dentre outras substâncias, detergentes, óleos e graxas. Entre as consequências mais alarmantes das ocupações urbanas na Bacia do Paranoá está o assoreamento do Córrego Riacho Fundo, com impactos diretos no Lago Paranoá, assim como o assoreamento do braço do Córrego Bananal. O último projeto de drenagem da NOVACAP propõe medidas mitigadoras para resolver a problemática da drenagem no plano, focando principalmente na criação de galerias de esgoto para escoamento de água e de Bacias de Contenção. Essa abordagem dissociada do paisagismo, no entanto, é menos eficiente e menos adequada no que diz respeito à preservação de patrimônio do Plano Piloto e nos custos de implementação, sendo que o uso de medidas sensíveis à água – como as pesquisadas no estudo – seria mais eficiente e comprometeriam menos a estrutura das características da cidade.</p>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo possuindo estreita ligação com o desenho urbano e as formas de uso e ocupação do solo, as ações de saneamento em Brasília e no Brasil como um todo, que envolvem as águas servidas, as águas potáveis e as águas da chuva, seguem a lógica do atendimento às demandas emergentes, com ações desconectadas, não contribuindo para a organização do espaço urbano. As soluções para minimizar o processo de assoreamento do Lago Paranoá, além da questão política, passarão por desenhos de arquitetura e de urbanismo e tecnologias mais sustentáveis para novas expansões urbanas que englobem noções de planejamento urbano, desenho urbano, infraestrutura urbana, paisagismo e ecologia. Neste sentido, os padrões espaciais e técnicas de infraestrutura ecológica para melhorar o desempenho do ciclo hidrológico devem considerar a infiltração, captação, tratamento de esgoto mais ecológico, produção de alimentos, tendo como base a questão da saúde ambiental na perspectiva das alterações climáticas. Porém, deve-se atentar para a situação geográfica do Brasil como país tropical com altos índices de doenças de veiculação hídrica, uma vez que a retenção de águas por determinado tempo, com objetivos de infiltrar e conter grandes fluxos hídricos pode criar novos contextos de riscos epidemiológicos.

BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, Liza Maria Souza de. *Conexão 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 o no nível da paisagem*. Tese de doutorado, FAU/UnB. Brasília: junho de 2014.

ADASA. *Plano de gestão integrada dos recursos hídricos*. PGIRH, 2012.

BARBOSA, A. S. *O Cerrado está extinto e isso leva ao fim dos rios e dos reservatórios de água*. *Jornal Opção*, Edição 2048, out. 2014. Entrevista concedida a Elder Dias. Disponível em: <<http://www.jornalopcao.com.br/entrevistas/o-cerrado-esta-extinto-e-isso-leva-ao-fim-dos-rios-e-dos-reservatorios-de-agua-16970/>>. Acesso em: 25 de abril 2015.

CAESB. *Relatório Anual da Qualidade de Água Distribuída no Distrito Federal*, Brasília: 2015.

COMITE DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANOÁ – CBH-RP. *Relatório do Seminário “Gestão de Recursos Hídricos e Uso do Solo no Distrito Federal: Realidades e Perspectiva”*. Brasília: novembro de 2014.

CODEPLAN, *Brasília em Debate*, Edição Especial 2015, 2015, p.16-24.

CODEPLAN. *Anuário Estatístico do Distrito Federal*, Capítulo 8: Agricultura e Extrativismo Vegetal, 2015

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*, 2ª edição. 2006.

FERRER, Gustavo Gonçalves; NEGRO, Guilherme Del. *Unidades de Conservação Ambiental da Bacia do Lago Paranoá*. Agosto, 2011.

HOLANDA Frederico Borges de. *Brasília: cidade moderna, cidade eterna*. FAU UNB Brasília, 2010.

INMET, Gráficos das Estações Convencionais, Estação Brasília, 31/12/2009 até 05/01/2016.

LIMA, Beatriz Loyola. ANDRADE, Liza Maria Souza DE e HOLLANDA, Pedro Paulo T.M. *Padrões de uso e ocupação da Bacia Hidrográfica do Paranoá e seus impactos para o ciclo da água no meio urbano*. In: Encontro Latino-Americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis – ELECS, 2013, Curitiba – Brasil. Anais... Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013.

MENEZES, P. H. B. J. *Avaliação do efeito das ações antrópicas no processo de escoamento superficial e assoreamento na Bacia do Lago Paranoá*. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, 2010.

OLIVEIRA, Marcelo N. de. *Cultivos Consorciados de Espécies Hortícolas e Arbóreas em Agroflorestas Sucessionais Biodiversas*, Brasília: 2014.

SANT'ANA, D.R (2011). *A social-technical study of water consumption and water conservation in Brazilian dwellings*. Tese (Doutorado). Oxford Brookes University.

SEAGRI. Agronegócio no DF disponível em <http://www.agricultura.df.gov.br/noticias/item/3155-agroneg%C3%B3cio-no-df-alcan%C3%A7a-%C3%ADndices-compar%C3%A1veis-aos-dos-estados-unidos.html> Acesso em 7 de julho de 2016.

UNESCO – IHP. *Urban Water Cycle Processes and Interactions*. In: MARSALEK, J., JIMÉNEZ-CISNEROS B., KARAMOUZ M., MALMQUIST P., GOLDENFUM J. & CHOCAT B. *Urban Water Series*. Londres: Taylor & Francis, 2008.

US-EPA - United States Environmental Protection Agency. *Using smart growth techniques as stormwater best management practices*. Washington, DC, 2005. Disponível em www.epa.gov/smartgrowth.

US-EPA *United States Environmental Protection Agency's Development, Community, and Environment Division. Protecting water resources with higher-density development.* Washington, DC, 2006. Disponível em www.epa.gov/smartgrowth.

WWF. *Termo de Referência do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Afluentes do Rio Paranaíba no DF – TDR - PRH-Paranoá.* Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá – CBH – Paranoá. Brasília, 2013. Atualizado em 2015.

WSUD. City of Melbourne *WSUD Guidelines. Applying the Model WSUD Guidelines. An Initiative of the Inner Melbourne Action Plan.* Melbourne, 2008.