

Companhia de Planejamento do Distrito Federal

para
Texto

discussão

**CIDADE E NATUREZA: URBANIZAÇÃO EM
ÁREAS DE RECARGA DE AQUÍFEROS**

Aline da Nóbrega Oliveira

nº 69/junho de 2020
ISSN 2446-7502

CIDADE E NATUREZA: URBANIZAÇÃO EM ÁREAS DE RECARGA DE AQUÍFEROS

Aline da Nóbrega Oliveira¹

Brasília-DF, Junho de 2020

¹ Aline da Nóbrega Oliveira - Arquiteta e Urbanista pela Universidade de Brasília (UnB), Mestranda em Projeto e Planejamento no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (PPGFAU/UnB).

Texto para Discussão

Veículo de divulgação de conhecimento, análises e informações, sobre desenvolvimento econômico, social, político, gestão e política públicas, com foco no Distrito Federal, na Área Metropolitana de Brasília (AMB) e na Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE) e estudos comparados mais amplos, envolvendo os casos acima.

Os textos devem seguir as regras da [Resolução 143/2015](#), que regem o Comitê Editorial da Codeplan, e não poderão evidenciar interesses econômicos, político-partidários, conteúdo publicitário ou de patrocinador. As opiniões contidas nos trabalhos publicados na série Texto para Discussão são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, de qualquer maneira, o ponto de vista da Companhia de Planejamento do Distrito Federal - Codeplan.

É permitida a reprodução parcial dos textos e dos dados neles contidos, desde que citada a fonte. Reproduções do texto completo ou para fins comerciais são proibidas.

Companhia de Planejamento do Distrito Federal - Codeplan

Texto para Discussão

TD - n. 69 (2020) - . - Brasília: Companhia de Planejamento do Distrito Federal, 2020.

n. 69, junho, 29,7 cm.

Periodicidade irregular.

ISSN 2446-7502

1. Desenvolvimento econômico-social. 2. Políticas Públicas
3. Área Metropolitana de Brasília (AMB). 4. Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE).
I. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. II. Codeplan.

CDU 338 (817.4)

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL

Ibaneis Rocha

Governador

Paco Britto

Vice-Governador

SECRETARIA DE ESTADO DE ECONOMIA DO DISTRITO FEDERAL

André Clemente Lara de Oliveira

Secretário

COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL - CODEPLAN

Jeansley Charllles de Lima

Presidente

Juliana Dias Guerra Nelson Ferreira Cruz

Diretora Administrativa e Financeira

Renata Florentino de Faria Santos

Diretora de Estudos Urbanos e Ambientais

Daienne Amaral Machado

Diretora de Estudos e Políticas Sociais

Clarissa Jahns Schlabit

Diretora de Estudos e Pesquisas Socioeconômicas

RESUMO

A forma de ocupação nas cidades, proveniente de padrões urbanos que não dialogam com o meio físico, impacta os serviços ecossistêmicos prestados pelos recursos hídricos devido à excessiva impermeabilização que gera. Por sua vez, a excessiva impermeabilização do solo contribui para diminuição da infiltração das águas e impacta a manutenção dos níveis de água nos reservatórios subterrâneos, os quais são responsáveis pela manutenção da disponibilidade hídrica nos períodos de estiagem. Nesse contexto, destaca-se a importância da análise de padrões urbanos que diminuam os impactos sobre o meio físico e contribuam para a manutenção do ciclo hidrológico, por meio das metodologias, estratégias de desenho urbano sensíveis à água e técnicas compensatórias de infraestrutura verde. O presente estudo busca identificar padrões urbanos de baixo impacto para áreas com sensibilidade à recarga de aquíferos e alterar a rede de drenagem projetada com vistas ao aumento das áreas permeáveis e diminuição dos custos dessa infraestrutura. A área estudada está inserida na bacia do Paranoá em Brasília, capital do Brasil. A área caracteriza-se como zona: i) de expansão urbana com sensibilidade a recarga de aquíferos; ii) de influência sobre área de Manancial de Abastecimento superficial; iii) de pressão de projetos urbanos de ocupação dispersa e de alta impermeabilização por habitante; e iv) rede de drenagem tradicional de alto custo. As referências conceituais da pesquisa para proposição dos novos padrões de ocupação foram os estudos: *Low Impact Development* (LID), Seraphim e o método de simulação de modelagem hidrológica com software *Storm Water Manegement Model* (SWMM). A análise de resultado deu-se com a comparação do grau de escoamento superficial obtido entre: i) simulação de como é o comportamento do escoamento superficial na área sem nenhum tipo de apropriação do solo; ii) simulações realizadas em uma parcela do projeto de loteamento proposto para a área, elaborado dentro de modelo tradicional de urbanismo disperso e de baixa densidade; iii) com simulação da mesma fração, agora utilizando padrões urbanísticos identificados na pesquisa; e iv) proposta urbana e simulação de um novo projeto de infraestrutura de drenagem. Como conclusão obteve-se, por meio dos hidrogramas produzidos, que o escoamento superficial foi reduzido com a nova proposta, além de possibilitar a diminuição nos condutos da rede de drenagem, o que indica que houve maior infiltração, confirmando a relação entre o desenho urbano e a capacidade de garantir recarga de aquíferos de uma área sensível a essa função ecossistêmica.

Palavras-chave: Urbanismo, drenagem urbana, infraestrutura verde.

SUMÁRIO

RESUMO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivos específicos	9
3. METODOLOGIA.....	10
4. AS INTERFACES ENTRE URBANIZAÇÃO E RECARGA DE AQUÍFEROS.....	12
4.1. O planejamento e desenho urbano com bases ecológicas: proteção dos serviços ecossistêmicos urbanos	12
4.2. Fatores ambientais relevantes para utilização do planejamento ecológico	13
4.3. Alteração do solo urbano promovidas pelos padrões de ocupação que geram impactos na recarga dos aquíferos.....	15
4.4. Padrões urbanos facilitadores da infiltração das águas e recarga de aquíferos	17
4.5. Áreas de preservação e unidades de conservação	18
4.6. Parcelamentos Loteamentos	18
4.7. Espaços públicos e rede viária	19
5. ÁREA DE ESTUDO: O SETOR TAQUARI NO CONTEXTO DO DISTRITO FEDERAL	21
5.1. Delimitação da área de estudo no âmbito do Setor Taquari.....	25
5.2. Discussões sobre o projeto de urbanismo no trecho estudado	26
6. ESTUDOS COM BASE NO PLANEJAMENTO ECOLÓGICO REALIZADOS PARA A ÁREA.....	28
6.1. Conclusões da sobreposição dos mapas com o método de McHarg.....	29
7. MODELAGEM HIDROLÓGICA DA INFILTRAÇÃO	30
7.1. Método Simulação	30
7.2. Resultado das Simulações	33
7.3. Considerações finais das simulações hidrológicas	33
8. MACROZONEAMENTO.....	35
8.1. Macrozona de Proteção Ambiental.....	35
8.2. Macrozona Urbana.....	36
8.3. Considerações sobre o macrozoneamento.....	37
9. PRINCÍPIOS E ESTRATÉGIAS PARA O ZONEAMENTO	39
9.1. Construção de uma proposta urbana	39
9.2. Parque Central Zoneamento.....	41

10. DRENAGEM URBANA.....	44
10.1. Cenário do projeto de drenagem urbana para simulação.....	44
10.2. A drenagem sustentável no Parque	46
10.3. Drenagem Tradicional.....	46
10.4. Simulação do cenário proposto	47
10.5. Resultados e análises das simulações.....	48
11. ANÁLISE COMPARATIVA PROJETO PROPOSTO X PROJETO TERRACAP	51
12. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1. INTRODUÇÃO

A ocupação urbana e sua crescente expansão são fatores que contribuem para a degradação do meio físico, pois o modelo predominante de ocupação do solo urbano se preocupa com o atendimento das demandas sociais e econômicas e desconsidera a base física do território. Esse fato resulta na interrupção de uma diversidade de serviços ecossistêmicos² que a cidade necessita como insumo para seu funcionamento.

Os levantamentos e diagnósticos de reconhecimento do sítio, onde uma ocupação urbana dar-se-á, possibilitam a identificação de particularidades de cada sítio e de suas fragilidades ambientais. O que se verifica, entretanto, é que essa fragilidade, na maioria dos casos, não dialoga com a configuração proposta pelo projeto urbano, que como dito anteriormente, prioriza um modelo centrado nas demandas socioeconômicas.

A urbanização é um fenômeno que impacta o ciclo hidrológico e os demais. Esse processo afeta não só os regimes de chuva, mas ocasiona alagamentos sobre as bacias, devido à alta impermeabilização do solo, aumento da contaminação dos mananciais, escassez hídrica, mudanças na capacidade de infiltração natural, com a alteração da camada superficial do solo, que impede a recarga natural, e reflete no fluxo de base dos reservatórios superficiais durante os períodos de estiagem.

Um dos estudos para escolha de sítios para implantação de cidades se constituiu na análise hidrográfica. A água é um dos elementos fundamentais para a manutenção da vida e seu maior percentual, cerca de 97%, encontra-se em reservatórios subterrâneos ou aquíferos, que são abastecidos por meio da infiltração no solo durante as precipitações. Sabe-se que os aquíferos são formações geológicas que permitem o movimento das águas de forma que essa água pode ser extraída ou descarregada em bacias superficiais (SERAPHIM, 2018).

Diante disso, a ocupação do solo em suas diferentes versões, e, em especial no caso da urbanização, necessita de estudo sobre os padrões de ocupação e infraestruturas que propiciem o melhor diálogo entre ocupação urbana e a água.

Entretanto, o que se tem nas cidades, tanto na ocupação formal como informal, é uma desvalorização dos recursos naturais de forma geral e, em particular, dos recursos hídricos subterrâneos, ao ocasionar a elevada impermeabilização do solo e impedir a infiltração das águas. Isso garante o abastecimento dos aquíferos por imposição de modelos de urbanização sobre o território, que não dialogam com as especificidades do sítio, negligenciando a dimensão ambiental e acarretando episódios como a crise hídrica vista nos últimos anos em diversas cidades brasileiras.

Assim, se resume o problema: a replicação de projetos urbanísticos tradicionais causa danos ao meio natural e impede a obtenção de serviços ambientais necessários à ocupação urbana como o fornecimento de água.

Essas considerações levam a crer que a incorporação do aspecto ecológico, ao Planejamento e Desenho Urbano, é necessária para consubstanciar uma configuração de

² Entende-se por serviços ecossistêmicos bens que são fornecidos pela natureza, direta ou indiretamente, para manutenção do planeta. A critério de exemplo, tem-se a água, na qual é purificada pelos ecossistemas e ação antrópica prejudica esse fornecimento.

usos e funções mais apropriadas a uma região (RIBAS, 1988) e que entender e analisar os impactos da urbanização relacionados com a quantidade e qualidade da água representam um desafio não só pelas disciplinas de hidrologia e gestão de recursos hídricos mas, também, pelo Planejamento Urbano, demandando uma revisão das estratégias e da aplicação dos conceitos de desenho urbano e urbanização apreendidos.

Nessa linha, o impacto sobre o ambiente físico despertou a necessidade de uma alteração na forma de construir e ocupar cidades. A busca por um desenho urbano de menor impacto e técnicas de urbanização de baixo impacto, que incluem maior resiliência à infiltração natural das águas pluviais, podem ser apreendidas nas pesquisas de *Low Impact Development* (LID), Ian McHarg.

Esses estudos são voltados para qualificar estratégias, com foco nas características ambientais e na drenagem urbana, e subsidiar padrões e infraestruturas que facilitem o manejo das águas no ambiente urbano e que serão utilizados no estudo aqui proposto.

2. OBJETIVO DE ESTUDO

Todas essas razões fundamentam a escolha de uma área para traçar diretrizes e estratégias de padrões de ocupação urbana e infraestruturas de drenagem urbana que favoreçam a infiltração da água e a recarga de aquíferos em regiões com baixo índice de reservatórios superficiais. Assim, no contexto do Distrito Federal, o trabalho tem como objeto de estudo a região do Setor Habitacional Taquari, Trecho 2, consolidado na Região Administrativa do Lago Norte.

2.1. Objetivo

Diante da problemática e objeto de estudo apontados, o trabalho busca promover o diálogo entre cidade e natureza por meio do estudo e sistematização de padrões de ocupação e dispositivos de drenagem sustentáveis adequados a áreas de recarga de aquífero fundamentais para proposição de diretrizes e estratégias de desenho urbano para a área denominada Setor Habitacional Taquari, Etapa 1, Trecho 2.

2.2. Objetivos específicos

- i. Identificar padrões urbanos e suas características que possam gerar oportunidade para a recarga de aquíferos, natural e artificial;
- ii. Proceder simulações que comparem os impactos à recarga que significam as ocupações urbanas atuais propostas para as áreas que poderiam advir de novos padrões de ocupação urbana estudados;
- iii. Sistematizar um conjunto de diretrizes de projeto urbano que possam embasar uma intervenção na área que se alinham com os objetivos de articulação da Cidade e Natureza; e
- iv. Averiguar, por meio de simulações, a possibilidade do subdimensionamento da rede de drenagem tradicional com a implantação de sistemas de infraestrutura circular.

3. METODOLOGIA

O trabalho, em um primeiro momento, priorizou a revisão bibliográfica que envolve as temáticas: urbanismo com bases ecológicas, sustentabilidade urbana, recarga de aquíferos, infiltração natural e artificial, tecnologias de urbanização com manejo das águas pluviais, e sistemas de drenagem urbana tradicionais e sustentáveis.

Como ferramenta de simulação foram utilizados software de: i) modelagem hidrológica PCSWMM³; e ii) CAD⁴ e SIG⁵ para análise de dados urbanos e produção de mapas.

A metodologia foi dividida nos procedimentos metodológicos, a saber:

- i. ESTUDO: por meio da análise bibliográfica, investigar a relação geral entre sustentabilidade e ecologia urbanas, com o intuito de fundamentar a inclusão dos pensamentos ecológicos no planejamento urbano, as principais contribuições da sustentabilidade para urbanização sensível à recarga, compreendendo o ciclo hidrológico e sua relação com as áreas urbanizadas;
- ii. ESTUDO: por meio de análise bibliográfica de órgãos responsáveis pelo sítio, elaborar diagnóstico da área de estudo e mapas dos condicionantes ambientais da região;
- iii. ANÁLISE: análise, por meio de mapas elaborados no procedimento “ii”, dos condicionantes ambientais e a articulação com o modelo de loteamento proposto para a área;
- iv. ANÁLISE: verificação, com auxílio de modelagem hidrológica, dos impactos na infiltração das águas pluviais de uma parcela do loteamento da área de estudo;
- v. PROPOSIÇÕES: com o resultado do procedimento iv, analisar os condicionantes que impedem a recarga de aquíferos e com o embasamento teórico do procedimento “i”, traçar padrões que facilitem a infiltração das águas nos loteamentos;
- vi. ANÁLISE: verificação, com auxílio de modelagem hidrológica, a mesma parcela simulada no procedimento “iv”, com os padrões traçados no procedimento “v”, para implantação em áreas residenciais de um novo parcelamento proposto;
- vii. PROPOSIÇÕES: com um padrão de parcelamento urbano para área residencial propor um novo projeto para ocupação da área objeto de estudo (Setor Habitacional Taquari, Trecho 2) com implantação de técnicas de manejo de águas pluviais e promotoras da infiltração para recarga de aquíferos;
- viii. PROPOSIÇÃO: com o projeto urbano traçado no procedimento “vii”, efetuar projeto de infraestrutura verde para o manejo de águas pluviais, a fim de averiguar o potencial de captação e redução do escoamento superficial; e

³ O PCSWMM - Storm Water Management Model - Modelo de Gerenciamento de Águas Pluviais.

⁴ CAD - Computer aided design - Desenho Assistido por Computador.

⁵ SIG - Sistema de Informações Geográficas.

- ix. PROPOSIÇÃO: delimitadas as áreas que serão implantadas as técnicas de manejo de águas pluviais no procedimento “viii”, elaborar projeto de drenagem tradicional para averiguar o potencial de redução dos diâmetros dos condutos em áreas onde há técnicas de drenagem sustentável contribuindo com a captação das águas pluviais.

4. AS INTERFACES ENTRE URBANIZAÇÃO E RECARGA DE AQUÍFEROS

A noção de sustentabilidade que remete a uma visão integrada entre ocupação e características do meio indica que existe uma desconexão entre o planejamento urbano e a gestão dos recursos hídricos nos processos de urbanização, o que propicia a diminuição da quantidade e qualidade de água nas cidades. Esta desarticulação entre o urbano e ambiental tem afetado regiões dependentes de águas subterrâneas e impactado em suas reservas e nos processos de recarga natural dos aquíferos, o que caracteriza os desequilíbrios em seus sistemas hídricos que hoje vivenciam a maioria das cidades brasileiras.

Quantificar o que se perde de recarga natural de águas subterrâneas com os diferentes tipos de ocupação do solo é uma informação chave à gestão integrada dos recursos hídricos, mas ainda pouco estudada no cerrado (SANTOS; KOIDE, 2016). No caso do Distrito Federal, esse fato se agrava quando se sabe que a região é conhecida como o berço das águas, devido ao aporte significativo de nascentes responsáveis pela formação de rios, que contribuem para três das principais bacias hidrográficas do país, pois vem sendo ocupado por estruturas urbanas que não dialogam com o sítio físico da região e impactam de forma direta o ciclo hidrológico.

As técnicas de planejamento urbano com bases ecológicas, que considera o equilíbrio entre as formas de ocupação e o meio físico do território, conhecimento que se encontra consolidado, estabelecem métodos de articulação das características do meio físico, dentre eles a hidrografia. Esse conhecimento somado à noção de proteção dos serviços ecossistêmicos da água e a métodos de simulação de escoamento e infiltração derivados da hidrologia podem gerar ferramentas para um efetivo urbanismo sensível à água.

Nesse sentido, algumas interfaces, correlatas a essas dinâmicas, devem ser estudadas, as quais subsidiaram este trabalho: i) os princípios do planejamento ecológico e serviços ecossistêmicos e suas relações com as características ambientais do meio físico associadas (clima, topografia, hidrografia, vegetação); e ii) os impactos que o processo de urbanização gera sobre a recarga dos aquíferos, a partir dos estudos de Seraphim (2018) (Selagem, compactação, remoção da camada vegetal nativa) e infraestruturas de drenagem urbana.

4.1. O planejamento e desenho urbano com bases ecológicas: proteção dos serviços ecossistêmicos urbanos

Os princípios e métodos de planejamento urbano são diversos. Com o passar dos anos, as dinâmicas sociais, culturais, econômicas e ambientais transformaram suas bases. Para compreensão do assunto, busca-se o entendimento do planejamento urbano, em um estágio em que já está introduzido e em processo de amadurecimento, e as bases ecológicas necessárias para melhor diálogo com o território e as características ambientais.

Para proteção dos serviços ecossistêmicos, dentre eles a água, se são necessárias uma urbanização que considere a natureza e sua dinâmica e a ocupação do solo dentro de uma lógica de manutenção das estruturas básicas dos ecossistemas.

O Planejamento ecológico, mais que uma ferramenta ou técnica, é um meio de mediar o diálogo entre ações humanas e processos naturais baseado no conhecimento do relacionamento recíproco entre pessoas e a terra (MENEGUETTI, 2007).

De acordo com NDUBISI (2002), Angus Hills em 1961, Philipe Lewis em 1963, Ian McHarg em 1969, foram precursores nos estudos e técnicas que se apropriaram das características ambientais para planejar os usos urbanos, rurais e paisagísticos. Os métodos possuem divergências mas as características ambientais eram a chave para identificar os padrões urbanos e limitar as ações antrópicas sobre o território.

Hills, já em 1961, propôs um método precursor que dividia áreas em unidades com semelhanças fisiográficas, *Physiographic Unit-Method*, após a divisão dessas áreas em mapas era verificado as fragilidades e potencialidades do sítio para posterior planejamento e indicação de uso das áreas. Seu método estava mais ligado a decisões de uso do solo para agricultura, floresta, vida silvestre e recreação (MENEGUETTI, 2007).

Lewis, em 1963, com uma abordagem voltada para a identificação de padrões para percepção da paisagem em planos e projetos urbanos preocupava-se com os padrões de ocupação que se expandiam sobre o território e não dialogavam com as características da natureza. O autor perguntava-se quais recursos deveriam ser preservados e conservados e se os resultados desses levantamentos poderiam subsidiar o planejamento em áreas urbanas. Esse método foi pioneiro quanto a conceitos de qualidade visual, diversidade e recursos do meio em corredores ambientais (SERAPHIM, 2018).

Por meio do conceito de corredor ambiental, em que Lewis atribuía ser um ambiente com recursos naturais e culturais significativos, os quais são compostos por sistemas hídricos e topografias responsáveis por manter a integridade ecológica, contribuía para identificação e diferenciação de quais tipos de solo seriam passíveis de construir, preservar e para usos recreativos.

McHarg (1969), também foi um dos pioneiros nos estudos de planejamento com bases ecológicas e seu método estava voltado ao uso urbano. O livro *Design With Nature*, publicado em 1969, é considerado um dos marcos no planejamento ambiental urbano. Em sua teoria, o autor aborda que vivemos em três mundos: o físico, o biológico e o social e que devemos nos adequar a todos. Seu propósito era a execução de planos e projetos com o conceito de desenvolvimento sustentável.

Por meio da análise das características do sítio, McHarg estabelece as potencialidades e fragilidades do meio para definir vetores de expansão e desenvolvimento nas cidades. Ele propõe o diálogo entre cidade e natureza e o estudo das oportunidades e limitações no território ao uso humano. Com o conceito *overlayers* (camadas), McHarg sobrepõe mapas com características biofísicas e socioculturais as quais revelam áreas de interesse para determinados tipos de uso do solo.

4.2. Fatores ambientais relevantes para utilização do planejamento ecológico

Para o ordenamento do território, que utilize métodos de planejamento ambiental, significa partir do conhecimento das características ambientais do sítio que interferem e sofrem com a urbanização. A seguir, são sintetizados os aspectos intervenientes que serão identificados na área de estudo: clima, relevo, formações geológicas, solos, recursos hídricos, vegetação.

Esses fatores ambientais se relacionam entre si, influenciando uns sobre os outros (MOTA, 2011) e contribuem para manutenção e produção das águas superficiais e

subterrâneas. A seguir, serão citadas características ambientais e apontados os fatores que influenciam a recarga dos aquíferos no meio urbano.

Características Climáticas: Dentre os fatores climáticos, a precipitação é interveniente aos processos de recarga de aquíferos. Verifica-se que nos últimos anos o aumento excessivo de aglomerados urbanos tem contribuído para alterações nos fatores climáticos. As chuvas torrenciais em um curto espaço de tempo, provocadas por núcleos de condensação que se formam nas áreas urbanizadas (MOTA, 2011), não são capazes de abastecer os mananciais ou sequer infiltrar no solo.

De acordo com Mota (2011) em áreas naturais, cerca de 50% da água precipitada é infiltrada e, em áreas com alta densidade urbana, a quantia cai para 15%. O restante dessa água escoar sobre as cidades e pode ocasionar desastres ecológicos como: enchentes, inundações e alagamentos.

Vegetação: Mota (2011) salienta que a vegetação é um dos fatores que garante o equilíbrio natural entre o escoamento e a infiltração das águas, contribuindo para a recarga de aquíferos, além de proteger o solo contra os processos erosivos. A vegetação é uma das maneiras de controle de erosões pluviais e para reconstituição de solos erodidos. Seu papel nas áreas urbanas auxilia na retenção das águas precipitadas, o que diminui o escoamento superficial.

A vegetação está bastante associada ao solo e ambos se relacionam com a qualidade e quantidade dos recursos hídricos (MOTA, 2011).

Características geomorfológicas, geológicas e dos solos: O entendimento das características do solo auxilia na escolha da ocupação de áreas com declividade adequada, que são os planos elevados e intermediários, solos com elevada capacidade mecânica para edificar e diminuir a probabilidade de erosões. Batistela (2007) com base nos levantamentos de Mota (2011) elaborou uma tabela em que relaciona o meio físico com urbanização.

Ambos apontam que o estudo dos tipos de solo se faz necessário aos processos de urbanização, pois também se relacionam com as águas subterrâneas, as quais são necessárias para o abastecimento das cidades.

Alguns solos têm maior capacidade de absorção das águas que outros, essa verificação pode ser feita por meio do estudo dos parâmetros de cada tipo de solo: i) a Condutividade hidráulica (K), que consiste no fator de permeabilidade do solo. Esse parâmetro é constante para solos com porosidade semelhante e é expresso em m/s; m/h; ou m/dia, representando em quanto tempo o fluido consegue percorrer uma certa distância naquele solo ou rocha (SERAPHIM, 2018 apud ANDREOTE); e ii) o outro parâmetro é a porosidade que corresponde ao volume de vazios que determinado solo possui; esses vazios propiciam a circulação e armazenagem de águas pluviais no momento da infiltração. Esses parâmetros também auxiliam na classificação dos aquíferos.

Os aquíferos podem ser classificados quanto à porosidade: i) poroso, onde a água circula pelos poros formados por silte, argilas de granulometria variada e areias; ii) fissural, onde a água circula por fendas e falhas geológicas das rochas. Sua capacidade de armazenar água depende da quantidade de fraturas nas rochas; e iii) cárstico, também armazena água nas rochas, mas com dimensões que fazem a formação de rios subterrâneos.

Quanto à superfície: i) aquífero livre ou freático, formação geológica superficial e permeável. Limita-se à camada impermeável do solo. Seu nível varia de acordo com as precipitações. Por estarem mais próximos à superfície, são bastante explorados e mais

suscetíveis à contaminação; ii) aquífero confinado ou artesiano, localizado entre duas camadas impermeáveis no solo, podem ser recarregados ou por meio dos próprios aquíferos livres ou por áreas específicas na superfície onde a camada confinante termina (SERAPHIM, 2018).

Características hidrológicas: A hidrologia, que trata do estudo dos recursos hídricos, tem evoluído de forma expressiva devido aos impactos do processo de urbanização. Essa disciplina também é responsável pelo estudo do ciclo hidrológico, que é o processo natural de evaporação, condensação, precipitação, retenção e escoamento superficial, infiltração, percolação da água no solo e nos aquíferos, escoamentos pluviais e interações entre esses componentes (RIGHETTO, 1998). O reconhecimento dos processos que acontecem no ciclo hidrológico auxilia na elaboração de planos e projetos com bases ecológicas para as áreas urbanas, pois a água para abastecimento é disponibilizada por meio dele. Um dos impactos é a diminuição da infiltração das águas precipitadas no solo. Esse fato se agrava quando regiões que carecem de mananciais de abastecimento, ao recorrerem ao consumo das águas subterrâneas, por meio de poços perfurados no solo, verificam a diminuição da disponibilidade hídrica e o baixo teor de recarga por meio da infiltração.

RESUME-SE QUE:



Posto isso, como diretriz para planejamento e desenho de cidades resilientes à infiltração das águas, faz-se necessário o levantamento dos fatores ambientais citados. Esse levantamento é a introdução para análise do sítio e prevenção dos impactos urbanos que tem gerado alterações no processo de infiltração de água nas cidades.

Os métodos, em especial o de McHarg, são instrumentos que auxiliam na elaboração de planos e projetos urbanos. Com o mapeamento fisiográfico do território, as áreas podem ser zoneadas e padrões de ocupação, a posteriori, desenhados de forma resiliente às características do sítio. Este tipo de planejamento com bases ecológicas favorece a qualidade ambiental nos aglomerados urbanos e a proteção dos serviços ecossistêmicos, que é a mais objetiva forma de promover a sustentabilidade ambiental urbana.

4.3. Alteração do solo urbano promovidas pelos padrões de ocupação que geram impactos na recarga dos aquíferos

Além de uma análise da área de estudo do ponto de vista da paisagem, com fundamentos de planejamento ecológico, far-se-á um estudo específico sobre os fatores intervenientes no ciclo da água. Para entender como os padrões de urbanização podem alterar esse ciclo, procurou-se identificar os impactos recorrentes sobre o manejo do solo urbano.

Como já visto nas características ambientais, o processo de urbanização gera impactos sobre o ciclo hidrológico e como consequência gera o aumento das precipitações, desestabilizando o clima e diminuindo os processos naturais de evapotranspiração, devido à

redução da camada vegetal, aumento das erosões no solo e consequente assoreamento dos cursos hídricos, poluição das águas e a redução da taxa máxima de infiltração natural nas áreas urbanas.

Essas alterações são causadas pelos seguintes impactos: selamento por superfícies impermeáveis, compactação do solo, remoção da camada arbórea nativa. Além desses impactos, infere-se que a implantação de sistemas de infraestrutura de drenagem urbana, pautados no paradigma de remoção das águas do ambiente urbano de forma imediata, impacta o ciclo hidrológico e impede que as águas, provenientes das precipitações, alcancem as reservas subterrâneas.

Selamento por superfícies impermeáveis: O impacto de selamento consiste nos elementos que são construídos com materiais de alta impermeabilidade, que reduzem a zero a infiltração das águas, como as calçadas, vias, ruas, estacionamentos, pátios, edificações, piscinas, quadras de esportes etc. O selamento do solo impede a infiltração das águas durante a precipitação e o abastecimento dos aquíferos, além de aumentar a vazão de pico nas chuvas e o escoamento superficial.

Esse impacto é uma agravante, pois consiste nos elementos que consolidam as áreas urbanas.

Compactação do solo: A compactação está associada ao processo inicial da concepção de loteamentos e cidades. Durante os procedimentos de terraplanagem, para edificar as áreas urbanas, a excessiva perturbação afeta as propriedades do solo, como sua condutividade e porosidade, que impacta na permeabilidade e na movimentação das águas no solo. Esse impacto também pode ser ocasionado em áreas sem cobertura vegetal em que há passagem recorrente de veículos, transeuntes. As primeiras camadas do solo compactam-se e suas taxas de infiltração ficam reduzidas.

A compactação do solo urbano ao alterar a estrutura do solo pode até impedir o crescimento de vegetação e a penetração das raízes. Existe, ainda, uma expectativa de que a compactação do solo urbano diminua com o tempo desde que foi perturbado (SERAPHIM, 2018, apud PITT *et al.*, 1999), mas somente com a redução do uso do solo, o que, ainda, pode levar décadas para que essa reversão ocorra.

Remoção da vegetação arbórea nativa: É comum no processo de ocupação urbana a remoção da vegetação nativa e sua substituição por grandes áreas de solos expostos e uso de gramíneas. A vegetação nativa, principalmente a arbórea, é responsável pela retenção das águas no solo. Espécies como as do cerrado, que possuem raízes profundas, aumentam a capacidade de retenção das águas infiltradas no solo.

O estudo realizado por Kays, nos anos 80, indicava uma área coberta por superfícies impermeáveis, que correspondia a 27,1%, entretanto, a maior parte da vegetação nativa havia sido removida e substituída por solos e gramíneas, o que ocasionou uma redução da infiltração 30 vezes maior que nas áreas onde havia floresta nativa.

Sistema de drenagem urbana tradicional: A drenagem urbana tradicional é a infraestrutura implantada nas cidades que busca a organização das águas pluviais, já que a urbanização altera os fluxos naturais das águas. Esse sistema tem como premissa a remoção das águas do meio urbano de forma imediata, o que vai contra os princípios da infiltração das águas.

Os sistemas tradicionais também promovem a selagem quando para condução das águas urbanas são necessários condutos, galerias de superfícies impermeáveis que

encaminham as águas para um corpo receptor ou exutório, não havendo o contato necessário com o solo para que ocorram os processos naturais de infiltração.

Como estratégias de manejo sustentável das águas urbanas surgem métodos denominados de Desenvolvimento de baixo impacto (*Low Impact Development - LID*). Suas técnicas, aplicadas aos projetos urbanos, auxiliam na redução da implantação de sistemas de drenagem tradicionais, na diminuição do percentual de áreas seladas e compactadas.

Assim como o planejamento ecológico, para se adotar as técnicas de LIDs, é necessário o conhecimento aprofundado dos solos, hidrologia e padrões de drenagem, pois o design do projeto e os usos urbanos são demarcados a partir dos fatores ambientais e das preexistências do sítio. A incorporação desse conceito cria projetos ecologicamente funcionais e que valorizam a estética dos visuais da paisagem local.

RESUME-SE QUE: PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS URBANOS SOBRE A RECARGA DE AQUÍFEROS, AS SEGUINTE ETAPAS DEVEM SER REALIZADAS:



4.4. Padrões urbanos facilitadores da infiltração das águas e recarga de aquíferos

Realizada a análise e caracterização física de determinada área a urbanizar, concluída a etapa do planejamento urbano ambiental, é importante a realização de um estudo para articular o desenho urbano com o sítio e o planejamento proposto das áreas. Esta fase de desenho urbano compreende o estudo de elementos que constituem o tecido das cidades, que podemos chamar de padrões urbanos. Os padrões devem dialogar com o sítio e com suas características ambientais, pautados em um desenho com bases ecológicas, a fim de diminuir os impactos urbanos sobre o processo de infiltração e promover a geração de serviços ecossistêmicos.

Para Panerai (2014), os elementos que constituem o tecido urbano, quando associados, são: i) a rede viária; ii) os parcelamentos fundiários; e iii) as edificações. Os diferentes arranjos urbanos a partir desses elementos fornecem a constituição dos mais diferentes ambientes urbanos e, aos elementos acima, acrescenta-se os espaços livres e verdes das cidades, que podem ser os diferentes espaços públicos edificados ou áreas de preservação e unidades de conservação.

Para efeito de se estudar os diferentes padrões de ocupação, que predominam nas cidades, organizou-se os elementos do espaço urbano em: i) áreas de preservação e unidades de conservação; ii) parcelamentos/loteamentos; e iii) espaços públicos e rede viária. A rede viária é o elemento principal no desenho urbano das cidades. Ele promove a articulação dos ambientes e também é um espaço público; dessa forma, será tratado como um ambiente, devido a seu papel estruturador.

4.5. Áreas de preservação e unidades de conservação

As áreas urbanas são permeadas por áreas de preservação ou unidades de conservação.⁶

Nessas áreas, as unidades de conservação podem ser representadas pelos parques ecológicos e de uso múltiplo, que são unidades de uso sustentável e tem esse uso especificado devido a particularidades ambientais que devem ser conservadas para manutenção de serviços ecossistêmicos.

Algumas áreas são consideradas de preservação pelo Código Florestal e, como tal, a própria lei de parcelamento do solo urbano, Lei Federal nº 6.766/79, indica que áreas com declividade igual ou superior a 30% não devem ser ocupadas e sim preservadas, bem como as beiras d'água. Asseguram-se, assim, tanto os aspectos ecológicos dessas áreas como a segurança das pessoas.

Nos ambientes urbanos, os parques são grandes contribuintes para promoção de serviços ecossistêmicos, pois são áreas em que há um maior percentual de espaços florestados e com baixo teor de perturbação de solo, o que pode auxiliar na mitigação dos impactos urbanos sobre as áreas de recarga de aquíferos e garantir a integridade de sistemas naturais, promovendo funções hidrológicas como a proteção dos recursos hídricos, áreas de drenagem natural e vegetação nativa, que aumentam a capacidade do solo para reter e infiltrar água. Já áreas como as de encosta e não urbanizáveis, geralmente, constituem-se em altitudes que perfazem paisagens de elevada beleza cênica.

4.6. Parcelamentos | Loteamentos

O loteamento é o ato de subdividir glebas em lotes com destino à edificação. Esses podem ter usos do tipo residencial, comercial, institucional e misto, o que possibilita mais de uma função em um mesmo lote. Os loteamentos são estruturados a partir do sistema de vias e circulação, os quais formam conjuntos e quadras e devem ser regidos por uma série de parâmetros urbanos ditados na fase do planejamento, que são responsáveis por taxas como de ocupação, permeabilidade, construção e também afastamentos e recuos dos logradouros e lotes vizinhos.

Os parâmetros urbanos realizados na fase do planejamento auxiliam na promoção de um desenho que facilite o processo de infiltração das águas nas cidades: A taxa de permeabilidade de cada lote, e a de ocupação, é a que vai indicar a quantidade de área que poderá ser impermeabilizada no lote. As construções que geram a impermeabilização devem ser contíguas às áreas de permeabilidade para que as águas provenientes das precipitações sejam escoadas, diminuindo assim o escoamento lançado para a rede viária.

Outra questão é em relação a uma região em que há uma ocupação residencial unifamiliar. A densidade populacional é menor por área do que em uma ocupação multifamiliar, que em um mesmo lote pode ser alocado um edifício que comporte mais de 40 famílias em detrimento de uma residência com um núcleo familiar. Essa relação leva a crer

⁶ O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) denomina unidades de conservação como: "Espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção da lei" (inciso I, art. 2º). O SNUC divide as Unidades de conservação em dois grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Proteção Sustentável. A primeira tem como objetivo preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos em lei e a segunda de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

que o uso de residências multifamiliar, mantendo-se a densidade populacional, abre espaço para o uso de mais espaços públicos que podem levar ao aumento da infiltração sem diminuir a qualidade de vida e ambiental urbana de habitar da população.

4.7. Espaços públicos e rede viária

Os espaços públicos e a rede viária desempenham muitas funções nas cidades: são áreas de lazer, integração, circulação e conexão entre os espaços, atividades e pessoas. Podem ser caracterizados pelas praças, pátios, largos, passeios, esplanadas, bulevares, avenidas, ruas, etc. Esses ambientes podem auxiliar na captação das águas pluviais para infiltração com o uso de sistemas de drenagem sustentável, os quais promovem a retenção e detenção das águas escoadas e posterior, auxiliando na manutenção do ciclo hidrológico. Esses elementos de infiltração possuem grande valor cênico e podem compor os mais diferentes espaços urbanos.

Para que os espaços públicos e a rede viária auxiliem na promoção da infiltração das águas eles podem estar localizados em áreas de solo com elevada permeabilidade, e devem estar dispostos em relação às curvas de nível, com as linhas de drenagem e para articular com a paisagem e propiciar maior retenção das águas no solo, e o plantio de vegetação nativa. A rede viária deve ser desenhada com padrão híbrido, o qual articula o desenho em grelha com o curvilíneo, proporcionando a conectividade, mas diminuindo a ocupação de áreas impermeáveis que o sistema grelha promove em detrimento a um ambiente mais conectado.

Os materiais construtivos que conformam esses espaços também devem buscar a resiliência com a infiltração das águas e a mitigação dos impactos, com a utilização de pavimentos que geram maior permeabilidade e integração de lagoas artificiais que possam ter funções hidrológicas durante os maiores picos de precipitação.

Como visto os ambientes urbanos podem ser constituídos por padrões que facilitem a infiltração das águas após um planejamento resiliente. A Tabela 1 exemplifica as estratégias que podem ser utilizadas em cada ambiente urbano, as quais propiciarão padrões urbanos que diminuam os impactos que facilitam a infiltração das águas e recarga de aquíferos.

Tabela 1 - Estratégias para melhoria da infiltração no ambiente urbano

(continua)

Ambientes Urbanos	Impactos a Infiltração	Estratégias	Padrões Urbanos
Preservação Unidades de Conservação	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da Vegetação Nativa; - Drenagem Tradicional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conservar solos de alta permeabilidade e capacidade de armazenagem; - Preservar vegetação nativa; - Preservar e restaurar canais de drenagem naturais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalhar relevo para aumento da infiltração; - Delimitar áreas de vegetação arbórea nativa e cursos d'água para implantar parques.
Loteamentos	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da Vegetação Nativa; - Drenagem Tradicional; - Compactação do Solo; - Selamento do solo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Promover o aumento da permeabilidade das águas pluviais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa taxa de ocupação; - Aumento do aproveitamento do lote; - Construções Verticais; - Substituição das áreas impermeáveis por vegetação nativa; - Direcionar escoamento para zonas vegetadas.

Tabela 1 - Estratégias para melhoria da infiltração no ambiente urbano

(conclusão)

Ambientes Urbanos	Impactos a Infiltração	Estratégias	Padrões Urbanos
Espaços Públicos	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da Vegetação Nativa; - Drenagem Tradicional; - Compactação do Solo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Preservar vegetação nativa; - Localizar em áreas de captação das águas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Implantar técnicas de drenagem urbana sustentável integradas a paisagem; - Utilizar superfícies com maior permeabilidade.
Rede Viária	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da Vegetação Nativa; - Drenagem Tradicional; - Compactação do Solo; - Selamento do solo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzir área de sistema viário; - Uso de traçados viários híbridos; - Alinhar vias às curvas de nível. 	<ul style="list-style-type: none"> - Padrão híbrido: viário curvilíneo e grelha; - Direcionar escoamento para zonas vegetadas; - Dispositivos de drenagem sustentável nos canteiros.

Elaboração: A Autora.

5. ÁREA DE ESTUDO: O SETOR TAQUARI NO CONTEXTO DO DISTRITO FEDERAL

O Distrito Federal é uma das regiões que não dispõe de grandes reservatórios superficiais e em 2016/2017 entrou em estado de alerta devido aos baixos níveis de água em seus reservatórios de abastecimento.

Aliada a esta problemática as definições de áreas a serem ocupadas pelos diferentes Planos de Ordenamento Territorial, bem como seus parâmetros urbanos, não consideraram ao longo do tempo os impactos sobre as áreas de recarga de aquífero, as quais se situam em quase todo o território do Distrito Federal. Não foi propiciada a devida infiltração, o que diminui as chances de reservação de água e impacta ambientalmente e economicamente a cidade.

Sabe-se que a região do Distrito Federal sempre esteve sobre pressão de expansão urbana, em especial a Bacia do Paranoá, a qual engloba as áreas centrais do Distrito Federal, com maior valor econômico, onde está implantado o Plano Piloto de Brasília.

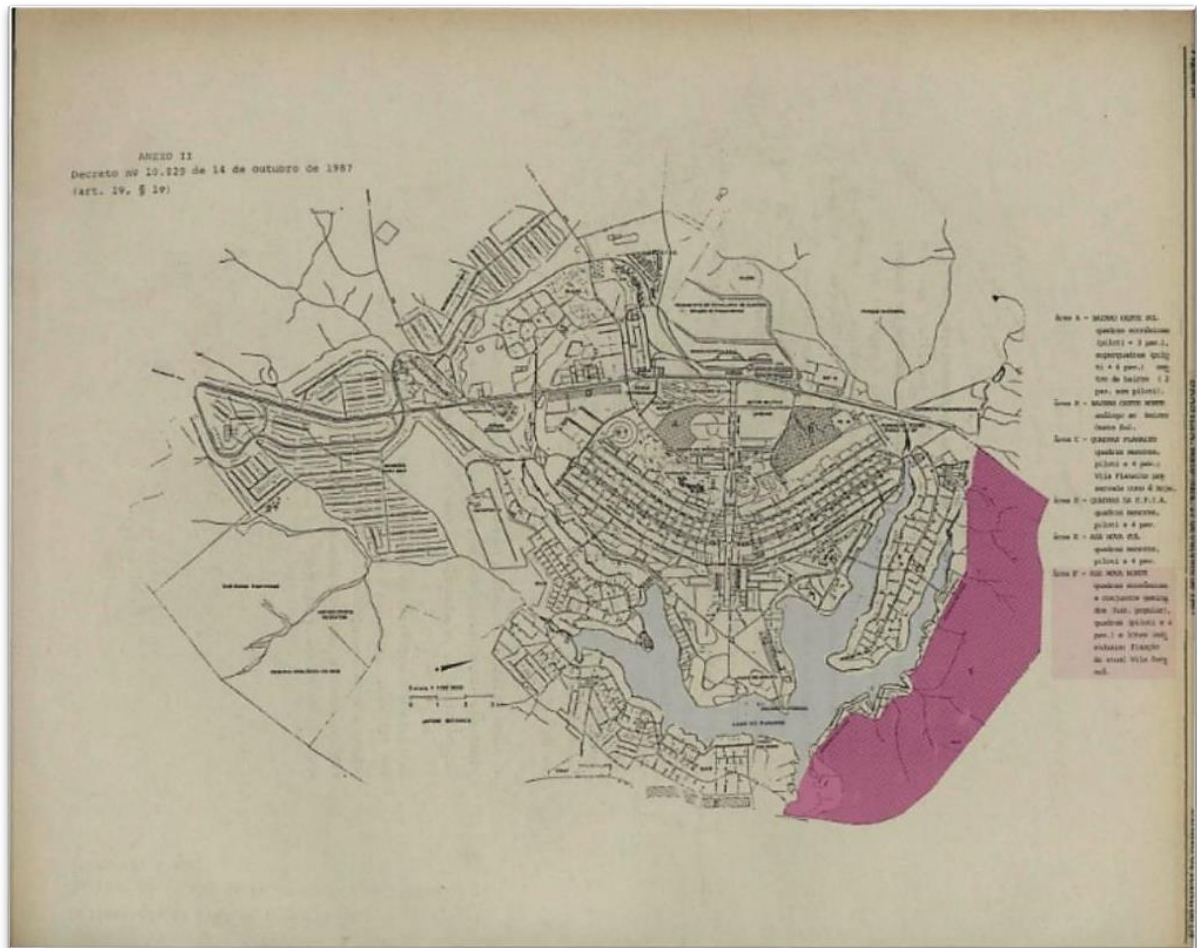
Com o intuito de proteger a Bacia do Paranoá, segundo Ribas (1988, p. 12 apud BURNETT, 1988, p. 8) a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb) durante anos impôs fortes restrições ambientais sobre a ocupação da Bacia do Paranoá apontando fragilidades ambientais que deveriam ser consideradas ao determinar as futuras manchas de ocupação, sem, no entanto, entrar em discussão sobre os parâmetros de ocupação em caso de virem a se configurar. Esse foi sempre um limitante para ocupações da bacia mesmo que não tivesse, à época, estudos detalhados sobre as áreas de recarga de aquíferos.

Uma forma de atender as pressões de expansão urbana foi à ocupação de outras bacias no quadrilátero, que acarretou no surgimento de vários núcleos urbanos em outros eixos de expansão. São exemplos: o Plano Estrutural de Ordenamento Territorial (PEOT) que define manchas urbanas na Bacia do Descoberto e que mais tarde seria utilizado como fundamento para o Plano de Ordenamento Territorial (POT) e o Plano de Ocupação e Uso do Solo (POUSO), conforme pode ser visto na Figura 1.

A pressão para expansão urbana na Bacia do Paranoá continuou, tanto que no ano 1987, por meio do Decreto nº 10.829, foi aprovado o *Plano Urbanístico Brasília Revisitada*, do urbanista Lucio Costa, que além de elencar parâmetros de preservação delimitou áreas de expansão dentro da Bacia do Paranoá. A proposta do próprio Lucio Costa sobrepõe os interesses de caráter socioeconômicos sobre os de caráter ambiental ao confirmar a possibilidade de expansão urbana na bacia. A Caesb advogava a impossibilidade de adensamento residencial, pois essa poderia comprometer, de modo irreversível, a qualidade das águas do Lago Paranoá, destinadas a recreação e possível abastecimento de água, a qual, como previsto, acontece nos dias atuais.

Com o decreto foram criadas seis áreas de expansão, com caráter residencial: A) Bairro Oeste Sul; B) Bairro Oeste Norte; C) Quadras Vila Planalto; D) Quadras da EPIA; E) Asa Nova Sul; e F) Asa Nova Norte. Essas áreas foram consolidadas pelo Plano de Ocupação Territorial (PEOT), de 1986, Resolução do Cauma nº 31/86 e pelo Plano de Uso e Ocupação do Solo (POUSO), homologado em 1990 pelo Decreto nº 12.898/1990 (SERAPHIM, 2018).

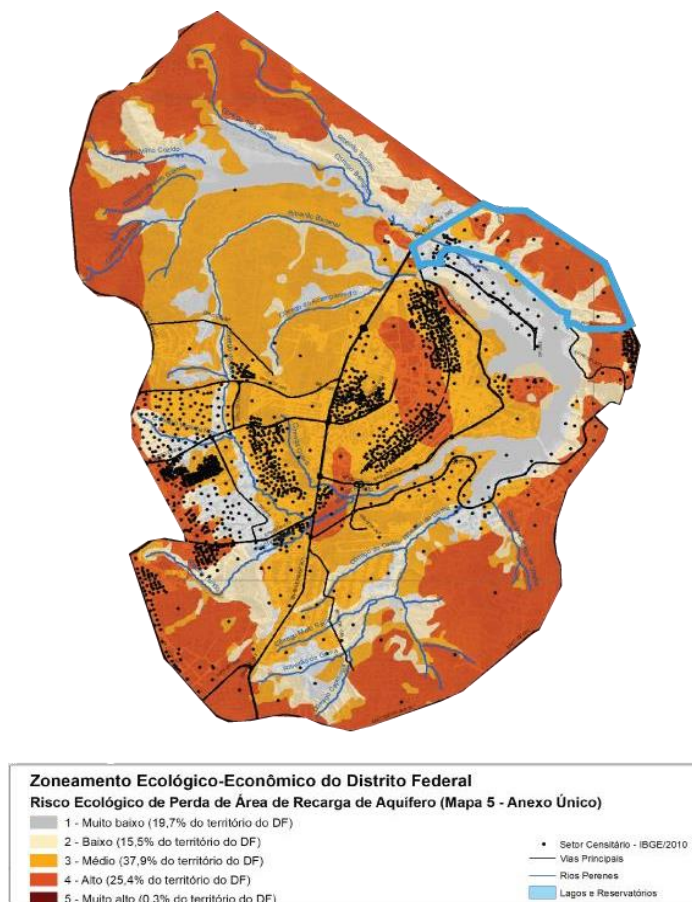
Figura 1 - Mancha "F" do *Brasília Revisitada*. Adaptado do Anexo II Decreto nº 10.829/87



Fonte: Brasília Revisitada, 1985/1987 com adaptações

Como mostra a Figura 1, a Asa Nova Norte ou Mancha F é uma das maiores áreas de expansão sobre a bacia, e do ponto de vista locacional a área apresentava vantagens urbanísticas e poderia abrigar uma população de diversas categorias sociais desde que fosse revisto o modelo de produzir cidade como apontava o estudo de Ribas (1988).

A dinâmica dos recursos hídricos, em relação às atividades urbanas, foi detalhada para a Mancha F do *Brasília Revisitada*, estudo elaborado por Ribas (1988). Por meio do método de análise de risco ecológico, foi constatado grau 4 de sensibilidade na Área. Esse estudo de 1988 foi comprovado pelo recente levantamento realizado no âmbito do zoneamento ecológico econômico (ZEE), que é um instrumento de Política Nacional de Meio Ambiente, o qual considera as vulnerabilidades e potencialidades do ambiente.

Mapa 1 - Risco Ecológico de Perda de Recarga de Aquífero na Bacia do Paranoá, Mancha F

Fonte: Adaptado do ZEE-DF

O Mapa 1 mostra que a área de expansão denominada Mancha F, dentro da Bacia do Paranoá, demonstra elevado potencial para recarga, o que retoma, como desafio, a discussão de quais formas de ocupação do solo urbano podem ocorrer para que se compatibilize urbanização com proteção de áreas recarga.

Há mérito na intenção do urbanista ao propor a expansão de áreas na Bacia do Paranoá, as quais poderiam abrigar uma população diversa, mas a produção do modelo de cidade não condizia e não condiz com a dinâmica dos recursos hídricos da região.

Atualmente a Área F, com grau 4 de sensibilidade apontada por Ribas (1988) e hoje confirmada pelo ZEE-DF como de muito alto risco de perda de recarga possui aproximadamente 6 mil hectares de extensão, é quase em sua integralidade de propriedade da Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal (Terracap) e está sendo ocupada sobre padrões que não se adequam as características do sítio com algum fruto de ocupação irregular sobre áreas ambientais

A Mancha F do *Brasília Revisitada* é do ponto de vista das normas a área que faz parte da zona de uso controlado I, segundo o Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT, 2009). Caracteriza-se como uma área que em sua maior parte consiste em ocupação unifamiliar com pequenas partes onde é admissível o uso multifamiliar, pois envolve mais de uma Região Administrativa do Distrito Federal, o Lago Norte e a Vila Varjão. A nomenclatura de uso controlado deve-se a sua localização na Bacia do Paranoá e faz referência aos cuidados que se deve ter em sua ocupação.

A dicotomia entre a necessidade de áreas de expansão urbana e a capacidade de suporte do sítio remete a soluções de integração entre a cidade e a natureza; implica em uma maior preocupação com os aquíferos naturais e a busca por soluções de urbanização que simulem a infiltração natural, como complementar a precipitação, que abastece os mananciais. Faz-se necessária a implantação de metodologias de planejamento e desenho urbano que favoreçam a recarga de aquíferos e uma das formas de potencialização é por meio do planejamento territorial com bases ecológicas, aplicado aos recursos hídricos, de forma a manter e produzir os serviços ecossistêmicos nas cidades.

Os motivadores pela escolha de uma área da Mancha F do *Brasília Revisitada*, que hoje integra a Região Administrativa do Lago norte, intitulado de Setor Habitacional Taquari, Etapa 1, Trecho 2, foram baseados em critérios que serão desenvolvidos e exemplificados no decorrer do trabalho: i) É uma Área que constitui zona de expansão urbana na Bacia do Paranoá; ii) Comprovada sensibilidade a recarga de aquíferos; iii) Influência da área sobre Manancial de Abastecimento, iv) Pressão de projetos de parcelamentos urbanos regulares e irregulares; e v) A difusão do mito de ocupações irregulares que se intitulam “sustentáveis” e de “baixo impacto sobre o solo”.

O Setor Habitacional Taquari (SHTq), tem passado por diversos estudos ambientais, urbanísticos e hidrológicos, ao longo desses 30 anos. Como visto trata-se de uma área de expansão urbana sobre áreas de nascente, elevada sensibilidade à perda da recarga de aquíferos e impactos sobre o cerrado nativo.

De acordo com o Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Paranoá (GDF, 2007) o Setor Habitacional Taquari está situado na região mais alta e mais acidentada do Lago Norte, atingindo a cota de 1.217 metros. A proximidade do Setor Habitacional Taquari com o Plano Piloto e a paisagem bucólica que constitui a vista do Lago Paranoá acarretou em um atrativo a sua ocupação na forma de grilagem desde os anos 1980.

O Setor integra a Região Administrativa do Lago Norte que é subdividida em Setor Habitacional Norte (SHIN), Setor de Mansões do Lago (SML), Setor de Postos e Motéis do Lago Norte (SPMLN) e o Setor Habitacional Taquari (SHTq). A região também abriga a cidade do Varjão, fruto das primeiras ocupações irregulares da área que foram legalizadas nos anos de 1990 vindo a se constituir na região administrativa de mesmo nome em 2003, além dos núcleos rurais remanescentes que levam o nome de alguns dos córregos da região: Olhos d'Água, Urubu, Jervá, Palha, Taquari, Capoeira do Bálsamo, e Tamanduá. Essas ocupações remanescentes estão sendo estudadas para efeito de elaboração de projetos urbanísticos para regularização.

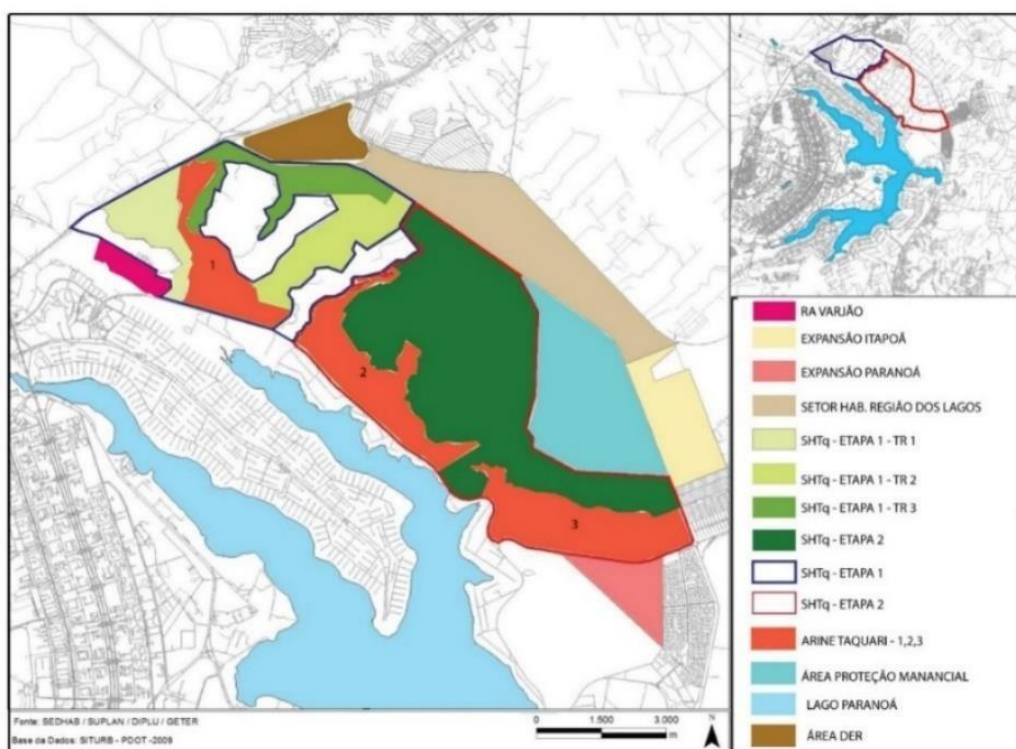
No sentido de ordenar o solo por meio de zonas de urbanização, a Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal (Terracap), proprietária das terras do SHTq, com exceção de algumas áreas dos núcleos rurais remanescentes, Exército e Polícia Federal, pertencentes à União, dividiu o setor em etapas e trechos correspondentes aos platôs de parcelamento: Etapa 1, que contempla os Trechos 1, 2 e 3; e a Etapa 2. Na Etapa 1, o Trecho 1 está em consolidação, o Trecho 2, está com projeto em discussão nos órgãos competentes para implantação e o Trecho 3, assim como toda a Etapa 2 estão em estágio menos avançado de projeto e urbanização.

Além do ordenamento das áreas legais em trechos e etapas, os núcleos rurais remanescentes foram enquadrados nas áreas de regularização do PDOT com a classificação de áreas de regularização de interesse específico (ARINE). Essas áreas de regularização são voltadas para as classes média e média alta. Assim, os Trechos 1, 2 e 3 da Etapa 1 abrigam ARINEs que se localizam em mais de um núcleo rural remanescente, como mostra a Tabela 2 e o Mapa 2.

Tabela 2 - Áreas de Regularização no Setor Habitacional Taquari

ÁREA	SETOR
ARINE – TAQUARI 1	Núcleo Rural Córrego do Urubu Solar Vivendas Saraiva
ARINE – TAQUARI 2	Núcleo Rural Jerivá – A Núcleo Rural Jerivá – B Núcleo Rural Córrego do Palha Núcleo Rural Tamanduá
ARINE – TAQUARI 3	Núcleo Rural Capoeira do Bálsamo

Elaboração: A Autora.

Mapa 2 - Poligonais das etapas e trechos do SHTq e as áreas em Regularização

Assim, duas estratégias existem na área: uma voltada a regularizar os assentamentos e outra de parcelamento do solo dentro das normas gerais de zoneamento do PDOT-2009.

Desta forma a área do SHTq representa a maior parcela urbana em expansão na Região da Bacia do Paranoá, o que desperta interesse por analisar os padrões de ocupação desta região e o impacto que a implantação da urbanização acarretará para a área de alta sensibilidade à recarga de aquíferos.

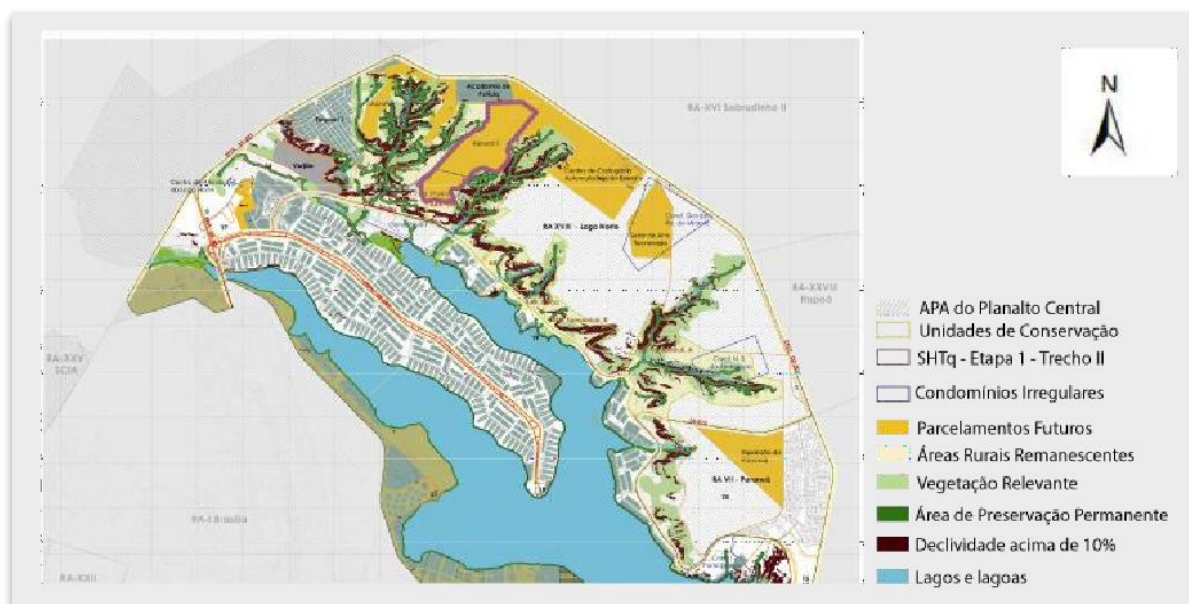
5.1. Delimitação da área de estudo no âmbito do Setor Taquari

O Trecho 2 do Setor Habitacional Taquari localiza-se entre as microbacia do córrego Jerivá, que deságua no Lago Paranoá e entre o córrego Urubu, com poligonal de aproximadamente 223,26 hectares, e já aparece delimitada na década de 1990, quando foram realizados os estudos do sítio físico de toda a Etapa 1 (GDF, 1996).

O trecho fica bem próximo as Áreas de Proteção Permanente (APP) dos córregos, como mostra a imagem a seguir, as quais necessitam de recuperação de vegetação devido aos impactos de desmatamentos.

Como já citado a área apresenta elevada sensibilidade a recarga de aquíferos, na classificação do ZEE, de alto risco e grau 4, apontada por Ribas (1988). Na poligonal do Trecho 2 há também ocupações irregulares, que se consolidam como o Privê 2 do Lago Norte. Diferente dos núcleos rurais remanescentes essas ocupações não entrarão nas áreas de ARINE do Taquari, sendo áreas desapropriadas para urbanização legal do trecho.

Mapa 3 - Poligonal Trecho 2 Setor Habitacional Taquari com condicionantes físicos e ambientais



Fonte: Adaptado de Zoneamento APA do Lago Norte, GDF 2007

O projeto de parcelamento urbano para o Trecho 2 está em processo de análise nos órgãos competentes e será o próximo a ser implantado na região do SHTq. Os primeiros estudos para urbanização remontam do fim dos anos 1990, os quais elencavam alguns usos para o Trecho 2. As normas de gabarito e o Memorial Descritivo de urbanização também datam dos anos 90.

5.2. Discussões sobre o projeto de urbanismo no trecho estudado

Nos últimos anos o projeto passou por revisões para se adequar às exigências da licença ambiental, que foi questionada pelo Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPFDT), que com o advento da crise hídrica em Brasília e a utilização do Lago Paranoá como manancial de abastecimento fez com que os órgãos ambientais repensassem a legalização dos projetos de urbanização da área, os quais não dialogam com as fragilidades do sítio. Até o momento não foram contempladas as exigências de modificação dos projetos, principalmente o de drenagem urbana que não inclui sistemas de infiltração para recarga dos aquíferos.

A Secretaria de Meio Ambiente do Distrito Federal (SEMA/DF) ao emitir parecer técnico ao MPFDT, no ano de 2017, sobre o projeto de urbanização do Trecho 2 e a liberação de sua licença ambiental, considerou como interferências antrópicas negativas sobre o ciclo hidrológico os bloqueios físicos ao fluxo e processos hidrológicos, por meio da

impermeabilização e sobrecarga de áreas de preservação permanente devido à estratégia convencional de drenagem (SEMA/DF, 2017).

A SEMA/DF, ao indicar as interferências ao meio físico que o projeto elaborado pela equipe técnica da Terracap pode ocasionar, salienta a importância de uma compatibilização dos projetos com as características ambientais do sítio, visto que os riscos ecológicos daquela região comprometem a qualidade ambiental dos cursos hídricos da Bacia do Paranoá e impacta no abastecimento dos reservatórios subterrâneos, com o modelo de drenagem convencional projetado para o futuro loteamento.

O que se deve discutir é como intervir para solucionar o que está ocorrendo nas ocupações sem, no entanto, agravar os processos físicos e naturais do sítio. A questão não é a proibição da ocupação do Trecho 2, mas como ocupar de forma resiliente, ao traçar estratégias de padrões e infraestruturas urbanas que se adequem aos riscos ecológicos da recarga de aquíferos.

A urbanização como está sendo elaborada para o Trecho 2 já demonstra uma desconexão com o sítio físico e a gestão das águas, por meio da implantação de sistemas de drenagem tradicional com foco no rápido escoamento e não na retenção das águas no solo e qualidade. Nesse foco, o entendimento da importância das relações ambientais com o planejamento e desenho urbano favorece uma revisão dos planos e projetos, já que se trata de uma área de elevada sensibilidade à recarga de aquíferos com pressão de ocupação.

Infere-se que o modelo de urbanização dos trechos, pautado em um planejamento sem bases ecológicas, que não integra a ocupação do solo com o manejo das águas, agrava o fornecimento de serviços ecossistêmicos como a recarga de aquíferos na bacia como um todo.

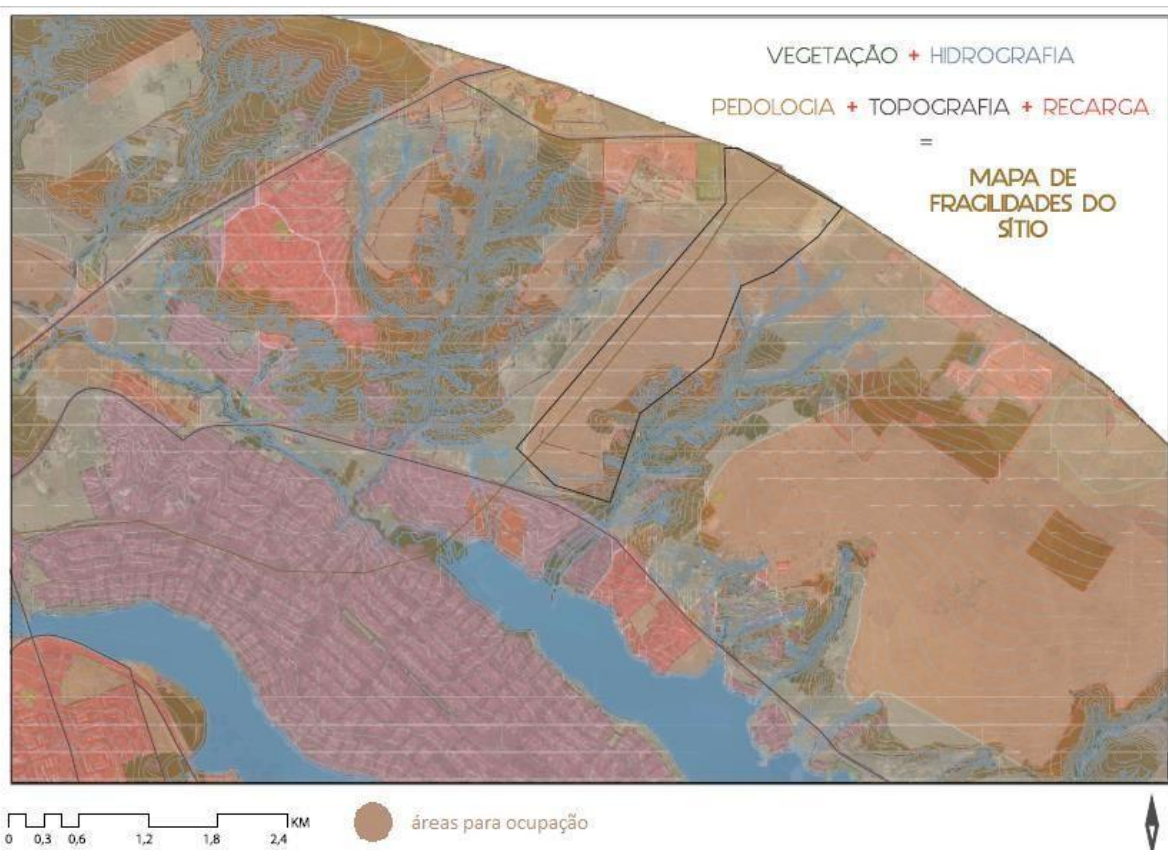
6. ESTUDOS COM BASE NO PLANEJAMENTO ECOLÓGICO REALIZADOS PARA A ÁREA

Apoiado nos métodos e teorias discutidos no capítulo de embasamento teórico foram levantadas as características ambientais relevantes para urbanização de áreas de recarga de aquífero: topografia, pedologia, vegetação, hidrografia e áreas suscetíveis a recarga de aquíferos.

Com base na teoria de sobreposição de Mapas de McHarg, as características ambientais foram sobrepostas a fim de delimitar áreas suscetíveis à ocupação urbana.

A partir das sobreposições de mapas, poderá ser verificado que a região do Trecho 2 possui boa área para urbanização em relação as características de hidrografia, solo, topografia e vegetação. Ao comparar o mapa de sensibilidade à recarga de aquíferos com os locais passíveis de ocupação, pode ser verificado que são áreas coincidentes, o que nos remete a repensar os projetos que estão sendo elaborados para o sítio e as infraestruturas de drenagem que serão implantadas. A seguir é apresentado o mapa final das sobreposições com a demarcação do SHTq, Trecho 2, como área passível de ocupação.

Mapa 4 - Mapa de Fragilidades do Sítio



Elaboração: A Autora.

6.1. Conclusões da sobreposição dos mapas com o método de McHarg

Constata-se que o projeto está sobre uma área de elevado potencial de recarga de aquíferos; algumas nascentes poderão ser comprometidas com as ocupações próximas as áreas de cerrado nativo. Também pode ser verificado que a região tem um solo ótimo para ocupação urbana, devido à alta condutividade hidráulica e resistência para edificar. A região está locada sobre uma topografia de plano elevado que retrata uma maior facilidade na implantação de redes viárias e infraestruturas.

A dicotomia entre as características ambientais e as decisões de desenho urbano adotadas no projeto original remetem a necessidade de um projeto de urbanização que se adeque às características ambientais do sítio e que promovam a infiltração das águas para a contínua recarga dos aquíferos e abastecimento do manancial do Lago Paranoá.

Para efeito de análise do aspecto central da discussão do presente trabalho, que é a necessidade de uma ocupação urbana que garanta a recarga de aquíferos, se faz necessário um estudo aprofundado dos fatores intervenientes para que se possam utilizar os mais adequados padrões de ocupação em um novo projeto para a área.

7. MODELAGEM HIDROLÓGICA DA INFILTRAÇÃO

A fim de investigar e compreender os impactos do projeto urbanístico proposto para recarga de aquíferos e se o mesmo manterá os processos de infiltração mais próximos da infiltração natural antes da urbanização, já que o local é passível de ocupação como demonstrado nos mapas de características ambientais, foram elaborados modelos de uma parcela do loteamento para as simulações hidrológicas. Apesar de ser uma simulação de uma área pequena, Silva (2017) aponta que um modelo é uma forma de representação da realidade, e que pode auxiliar na compreensão e avaliação do comportamento.

No âmbito da drenagem urbana, o modelo tem o objetivo de representar o escoamento da precipitação pela superfície do terreno, interceptação, infiltração, evapotranspiração e como esses processos interagem com a rede drenagem de águas pluviais (SILVA, 2017 apud CABRAL *et al.*, 2009).

7.1. Método Simulação

Para realização das simulações foram definidos três cenários para verificação e posterior análise do potencial de infiltração de cada modelo:

- i) Cenário **pré-urbanização**, simulação da área sem parcelamentos urbanos, com cobertura vegetal, tipo campo. Como a área está hoje;
- ii) Cenário **Padrão Terracap**, simulação de parcela do projeto elaborado pela Terracap, como será implantado;
- iii) Cenário **Padrão Resiliente**, simulação de novos padrões de urbanização baseados na tabela de estratégias e mitigação de impactos apresentada no embasamento teórico.

Os modelos serão simulados no programa PCSWMM, desenvolvido pela CHIWATER,⁷ que é um modelo dinâmico chuva-vazão. Foi considerada uma chuva de projeto para simulação, com tempo de retorno (TR) de 10 anos. Essa chuva é indicada pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (Novacap) e pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal para projetos de Drenagem Urbana. Em relação a infiltração, o PCSWMM permite a escolha de diversos métodos para simular. Neste trabalho será utilizado o método *Soil Conservation Service* (SCS) que utiliza o conceito de curva número para cálculo de infiltração.

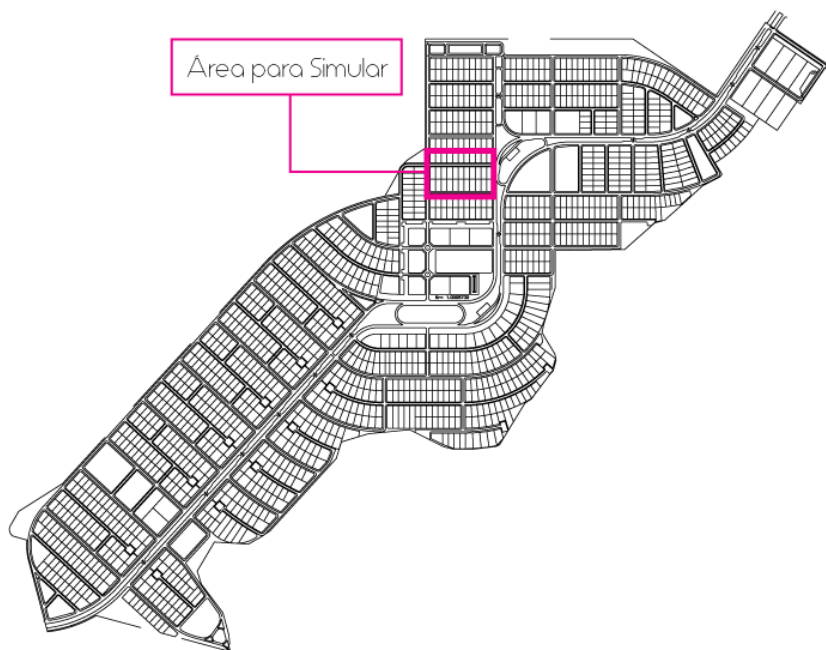
A curva número (CN) também é um índice que representa a combinação empírica de três fatores: grupo do solo, cobertura do solo e condições de umidade antecedente do solo (TOMAZ, 2011 apud MCCUEN, 1998). Baseado nos levantamentos de características pedológicas o tipo de solo encontrado na área do Trecho 2 é o latossolo que se classifica, no método, como solo tipo "A": solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração (TOMAZ, 2011 apud TUCCI *et al.*, 1993).

A partir das características ambientais foi selecionada uma parcela do loteamento que representasse, em relação ao padrão de desenho, a totalidade do parcelamento

⁷ A companhia Chiwater, canadense, forneceu a licença estudantil para elaboração desta pesquisa de âmbito acadêmico.

proposto pela Terracap. Essa mesma parcela, em relação às dimensões, será utilizada nos três cenários propostos para a simulação.

Figura 2 - Parcela do Loteamento para Simulação



Elaboração: A Autora.

Para simulação do Cenário 1, foi considerada a área da parcela do loteamento sem nenhum tipo de ocupação urbana, com cobertura vegetal tipo campo. Não foram incluídas na simulação indicações de floresta ou cerrado nativo.

Esse cenário representará o processo de infiltração natural, ou seja, como ocorre a infiltração antes de uma urbanização. Qual a infiltração e o escoamento superficial que esse tipo de cobertura gera nas cidades?

A curva número (CN) utilizada neste cenário corresponde a 39, que indica uma superfície de vegetação rasteira em mais de 75% de sua área.

Para o Cenário 2, com a mesma dimensão do Cenário 1, mas com os padrões do projeto da Terracap, compreendendo os seguintes elementos urbanos: vias, calçadas e lotes. No lote foi considerada a área ocupada pela edificação e as áreas que não devem ser ocupadas.

Tabela 3 - Curva número utilizados nos lotes

PARÂMETRO	CN UTILIZADA
LOTE UNIFAMILIAR 800 m ²	77

Elaboração: A Autora.

Sobre as vias e calçadas, a parcela selecionada do projeto, tem as seguintes seções:

Tabela 4 - Curva número utilizados no sistema viário tradicional

ELEMENTO	DIMENSÃO	CN UTILIZADA
VIA COLETORA	7,00 m	98
VIA LOCAL	7,00 m	98
CALÇADA – TIPO 1	5,00 m	98
CALÇADA – TIPO 2	3,00 m	98

Elaboração: A Autora.

A parcela simulada corresponde ao total de 33 lotes unifamiliares, ou seja, 33 famílias ocupantes na parcela. As áreas totais correspondem a quantidade de áreas ocupadas por casas e as áreas impermeáveis.

Para o Cenário 3, assim como nos outros, foi considerada a mesma dimensão de parcela. Algumas alterações baseadas na tabela de padrões apresentada no capítulo de embasamento teórico foram feitas. Os lotes, vias e calçadas propostos pela Terracap foram removidos e substituídos por projeções e polígonos que correspondem, respectivamente, a ocupações multifamiliar, vias e calçadas com novas dimensões.

Tabela 5 - Curva número utilizados nos lotes

PARÂMETRO	CN UTILIZADA
PROJEÇÃO MULTIFAMILIAR (6 projeções)	98
ÁREAS PERMEÁVEIS (ANTES OCUPADAS POR LOTES)	39
ESTACIONAMENTOS	76

Elaboração: A Autora.

Tabela 6 - Curva número utilizados no sistema viário modelo Resiliente

ELEMENTO	DIMENSÃO	CN UTILIZADA
VIA COLETORA	7,00 m	98
VIA LOCAL	5,00 m	76
CALÇADA – TIPO 1	3,00 m	76

Elaboração: A Autora.

Se for considerado um edifício de seis pavimentos, com três apartamentos por andar, com média de 300 m² cada (as demais áreas, dos 1.200 m², destinadas a circulação vertical) e considerando as seis projeções, seriam 108 famílias residindo na mesma área. A substituição de unifamiliar para multifamiliar ocasionou um aumento das áreas permeáveis e também da densidade populacional.

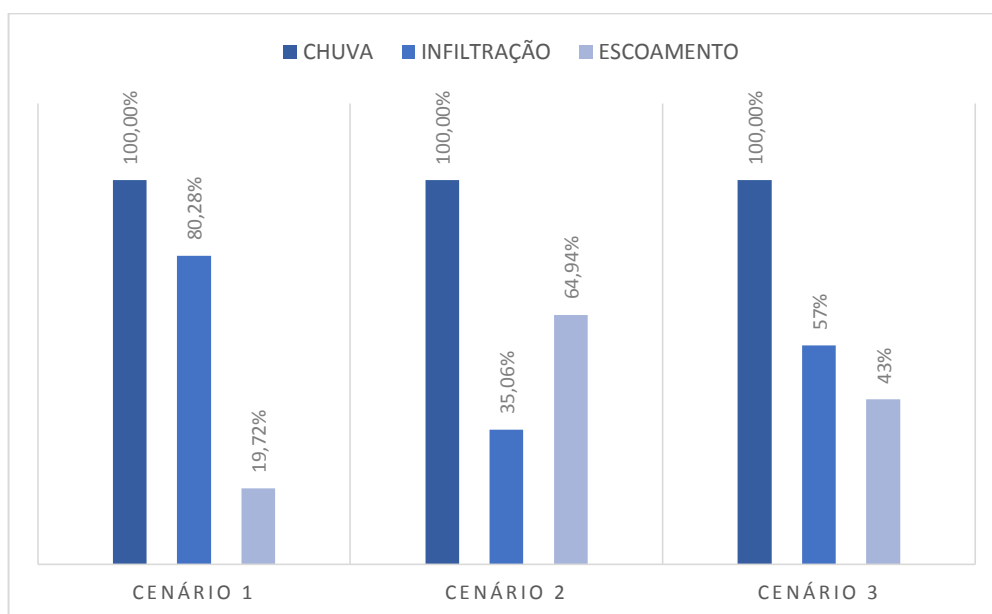
Também foi considerada uma alteração na curva número (CN) dos pavimentos das calçadas, vias coletoras e locais além de estacionamentos, pois conforme tabela de padrões elaborada, indicava-se o uso de pavimentos com maior permeabilidade.

7.2. Resultado das Simulações

As simulações foram efetuadas utilizando uma chuva de projeto com duração de 24 horas, com intervalos a cada 5 minutos. O tempo de retorno adotado foi de 10 anos e está em consonância com o que estabelece o PDDU-DF. A lâmina total precipitada com duração de 24 horas de chuva foi de 97,57 mm.

No Gráfico 1, são apresentados os resultados do escoamento superficial da infiltração e da chuva simulada para os três cenários. Percebe-se que o Cenário 3, parcelamento sensível – teve uma infiltração de 57,04% e o parcelamento do Cenário 2, 21,98% menor, totalizando 35,06% da precipitação.

Gráfico 1 - Gráfico com resultados das simulações dos cenários



Elaboração: A Autora.

A partir dos resultados encontrados, se faz necessário, para o aumento do potencial de infiltração, trabalhar com técnicas compensatórias de drenagem urbana. Essas infraestruturas verdes possibilitaram a queda do percentual de escoamento e como consequência a infiltração das águas no solo.

7.3. Considerações finais das simulações hidrológicas

As análises das características ambientais e as simulações hidrológicas realizadas comprovaram que a área do SHTq é passível de ocupação, mas como demonstrado, o parcelamento projetado, elaborado pela Terracap, não dialoga com as características por não suprir a demanda de infiltração necessária para manter o equilíbrio do ciclo da água na região considerada de recarga de aquíferos.

A simulação realizada, utilizando padrões urbanísticos sensíveis à água, demonstrou que é possível manter e até aumentar a densidade populacional, possibilitando o aumento da infiltração das águas. A tipologia simulada seguiu, com algumas alterações, a proposta de Lucio Costa no Decreto *Brasília Revisitada* que, para as áreas de expansão urbana na Bacia do Paranoá, propunha seguir o padrão superquadra.

Essa decisão possibilitou uma releitura com base ecológica do padrão urbano escolhido para a Bacia do Paranoá, pois as alterações que vem ocorrendo nos últimos anos sobre as áreas de expansão urbana, demarcadas no *Brasília Revisitada*, não chegaram, até o momento, a abordar a adequação do padrão de superquadras com a demanda do sítio físico e a sensibilidade à recarga de aquíferos em todo o território.

Como relatado no capítulo de análise do sítio, as demandas ecológicas e a necessidade de modificação das formas de ocupação do solo na cidade já eram conhecidas - Caesb e Ribas (1988) apontaram em seus estudos. Pode ser verificado nas áreas de expansão do *Brasília Revisitada*, como o Setor Sudoeste, que segue os padrões de superquadras, que se obteve algumas alterações na lógica viária, comercial e de usos mistos, o que possibilitou uma grande avenida munida de comércios, instituições, serviços e residências com tipologias diversas. Essa modificação, demandada pela dinâmica das relações e pluralidade social com a cidade, possibilitou essas alterações, sem interferir na essência da cidade parque, mas, ainda, nada que atingisse a dimensão ecológica.

As simulações possibilitaram uma visualização de que o padrão de superquadra pode sim ser viável para a região. Com o uso das estratégias de áreas impermeabilizadas diretamente conectadas às áreas permeáveis e dos padrões resilientes à infiltração das águas, a urbanização por meio de superquadras proporciona a geração de serviços ecossistêmicos demandados para a área.

Cabe, agora, 32 anos depois do *Brasília Revisitada*, decreto que respondia aos necessários ajustes na política habitacional e de expansão urbana na Bacia do Paranoá; 31 anos depois da ponderação de Ribas sobre as formas de ocupação para a região do Setor Habitacional Taquari, à época: Asa Nova Norte e frente aos resultados deste estudo, propor uma revisita aos projetos de superquadras e às áreas delimitadas no *Brasília Revisitada* incluídas na Bacia do Paranoá visando à lógica ambiental, a guarda das propostas do decreto de Lucio Costa, com vistas a manutenção da tipologia de superquadra para a Bacia do Paranoá, as quais conservariam a paisagem bucólica da região, promoveriam maior adensamento para a área e manteria a propriedade das áreas verdes com o poder público para manutenção de áreas com maior grau de permeabilidade.

8. MACROZONEAMENTO

As análises dos mapas das características ambientais e as simulações hidrológicas realizadas comprovam que a área do SHTq é passível de ocupação, mas como demonstrado, o parcelamento projetado para a área, elaborado pela Terracap, não dialoga com as características do sítio.

Nesta etapa, chamada macrozoneamento, serão delimitadas, com base nas análises do sítio físico, zonas na região do Setor Habitacional Taquari, Trecho 2. Essas zonas possibilitarão a leitura do sítio para posterior desenho urbano.

De acordo com Mota (2011) o macrozoneamento estabelece uma referência espacial para uso e ocupação do solo nas cidades, por meio das zonas e delimita as áreas onde se pretende incentivar ou coibir a ocupação do solo.

Como o mote das proposições e diretrizes de ocupação para a área do Setor Habitacional Taquari são a conservação ambiental e promoção da infiltração das águas, o macrozoneamento definiu usos compatíveis com as características ambientais por zona. O macrozoneamento foi dividido em duas grandes zonas: Macrozona de Proteção Ambiental e Macrozona Urbana. Essas macrozonas e suas manchas serão delimitadas por sistemas viários, os quais poderão gerar uma malha conectora com zoneamentos existentes.

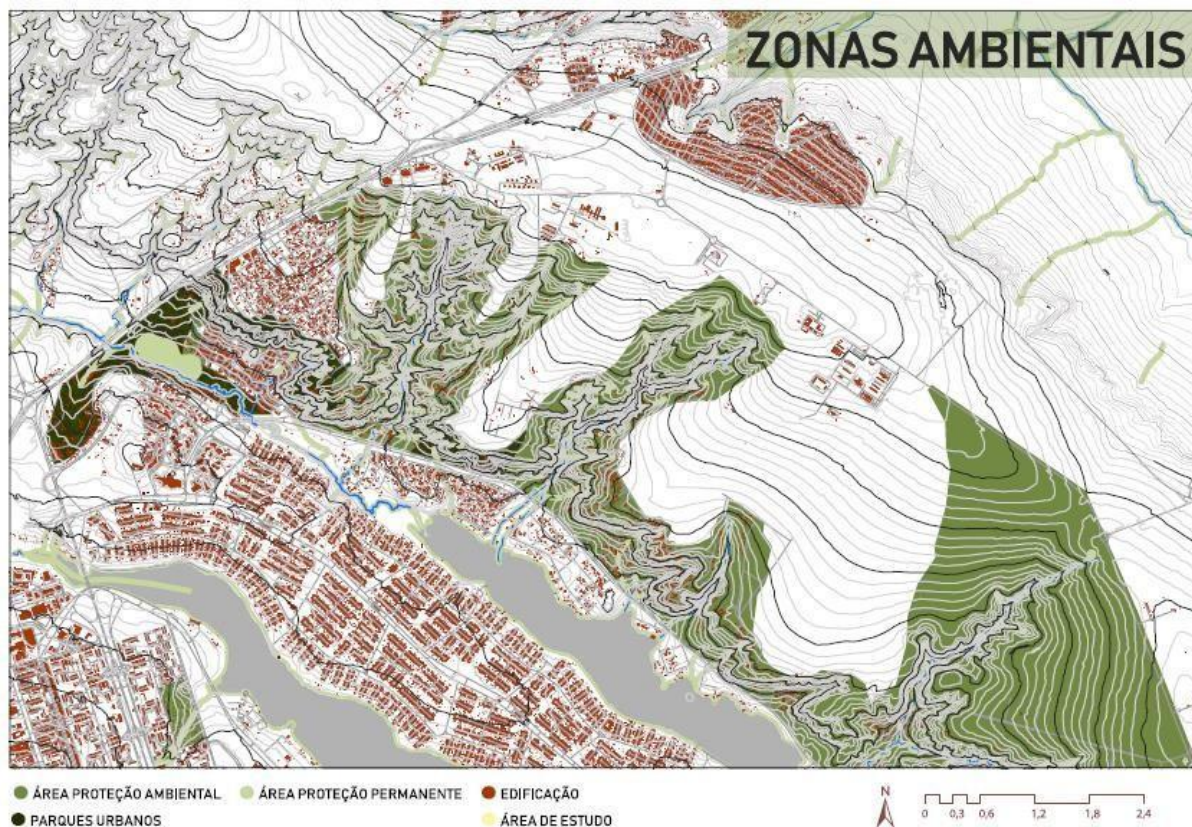
8.1. Macrozona de Proteção Ambiental

Como pode ser verificado nos Mapas 5 e 6, a macrozona de proteção ambiental foi dividida nas seguintes zonas: Áreas de Proteção Permanente (APP), Áreas de Proteção Ambiental (APA) e Parques Urbanos (PU).

Tabela 7 - Levantamento das macrozonas ambientais

MACROZONA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL		
ZONA	POSSE E DOMÍNIO	PRESENÇA HUMANA
APP	Público	Vedado
APA	Público/Privado	Permitido
PU	Público	Permitido - Visitação

Elaboração: A Autora.

Mapa 5 - Zonas Ambientais

Elaboração: A Autora.

8.2. Macrozona Urbana

Na delimitação das zonas urbanas foram consideradas áreas passíveis de ocupação mapeadas e analisadas pelo método de McHarg, abordado anteriormente, e áreas com ocupação efetiva.

As áreas passíveis de ocupação urbana foram comparadas com as áreas habitacionais demarcadas pelo PDOT. Constatou-se que são áreas coincidentes, ou seja, toda a área demarcada nos mapas de expansão urbana será parcelada.

A macrozona urbana, como mostra o Mapa 6, compreende áreas não consolidadas, destinadas a expansão: Taquari Etapa 1, Trechos 2 e 3, Etapa 2, região dos lagos, lotes habitacionais do Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER/DF).

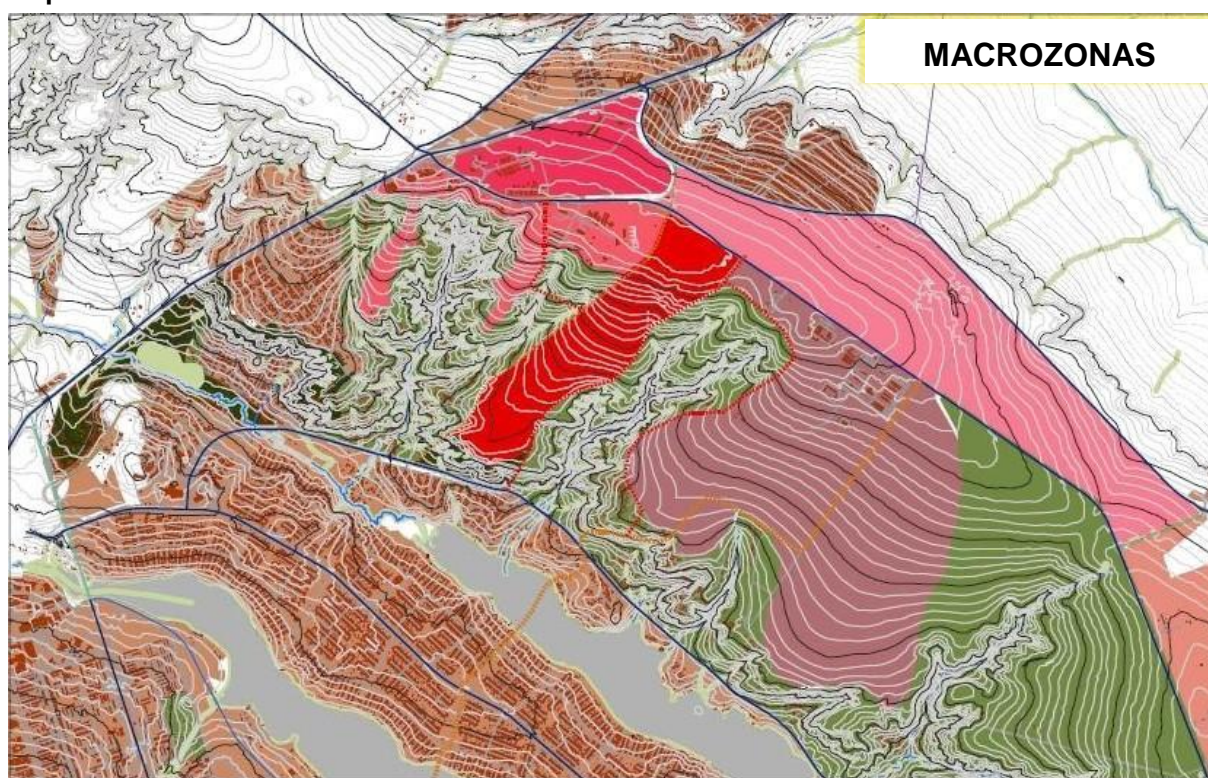
Como pode ser verificado na Tabela 8, o uso predominante em cada zona é residencial de baixa e média densidade, de acordo com os levantamentos do GDF. Seguindo a lógica ambiental, optou-se por considerar a área para implantação do Trecho 2 do SHTq, como de alta densidade, em comparação com os demais parcelamentos da região e uma maior pluralidade de usos.

A utilização de usos mistos no SHTq, Trecho 2, o conformou como uma centralidade para a região norte, visto que áreas adjacentes consolidadas e as áreas a ocupar já demonstram uma deficiência quanto a usos comerciais, institucionais e equipamentos públicos

Tabela 8 - Zonas de Expansão Urbana

ZONAS DE EXPANSÃO URBANA		
ÁREA URBANA	DENSIDADE	USO PREDOMINANTE
SHTQ, TRECHO 2*	Alta	Misto
SHTQ, TRECHO 3	Média	Residencial Unifamiliar
SHTQ, ETAPA 2	Média	Residencial Unifamiliar
DER	Baixa	Residencial Unifamiliar
REGIÃO DOS LAGOS	Baixa	Residencial Unifamiliar
CONDONÍCIO SOBRADINHO	Baixa	Residencial Unifamiliar

Elaboração: A Autora.

Mapa 6 - Macrozonas

Elaboração: A Autora.

8.3. Considerações sobre o macrozoneamento

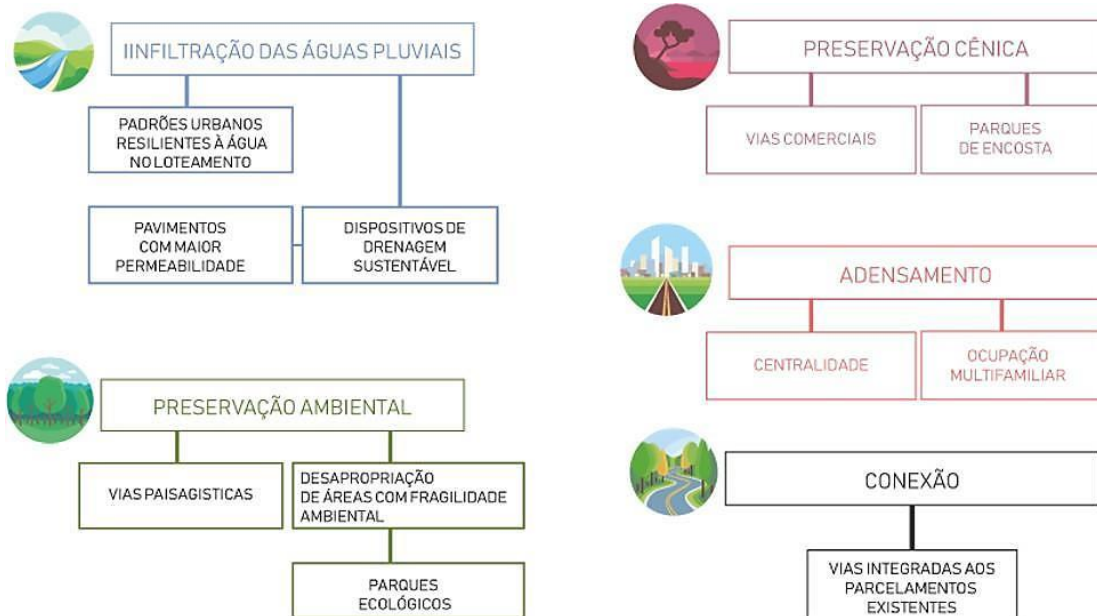
Verificou-se que a região onde se localiza a gleba do Setor Habitacional Taquari, Trecho 2, possui, agora, a partir do macrozoneamento um aumento das áreas ambientalmente sensíveis e um maior controle da expansão urbana sobre elas, com a implantação de áreas de proteção ambiental e de preservação permanente e que os eixos viários propostos poderão auxiliar na contenção de crescimentos desordenados sobre estas áreas.

Também pode ser verificado uma quantidade de eixos rodoviários, representados por linhas tracejadas, que convergem para a área e a conectam com diversas áreas habitacionais com baixa pluralidade de usos de média densidade, o que potencializa a região para tornar-se uma centralidade para o eixo norte do Distrito Federal. Esse fato, reafirma, a necessidade de uma releitura dos projetos propostos para a área no quesito social, pois o parcelamento proposto pela Terracap, além de não dialogar com a questão ambiental, com a baixa infiltração das águas necessárias à região, intensifica a criação de zonas descentralizadas na área e estimula a construção de mais cidades dormitório dependentes dos equipamentos localizados no Plano Piloto.

9. PRINCÍPIOS E ESTRATÉGIAS PARA O ZONEAMENTO

Alguns princípios e estratégias, baseados nos estudos ambientais e de ocupação resiliente nas áreas de recarga de aquíferos vistos nos capítulos anteriores, nortearão a proposta de urbanização para o setor. Os princípios serão pautados na: Infiltração das águas pluviais, preservação ambiental, preservação cênica, adensamento e conexão viária. As estratégias para o alcance dos princípios podem ser visualizadas no esquema a seguir:

Figura 3 - Estratégias para proposta urbana da área



Elaboração: A Autora.

9.1. Construção de uma proposta urbana

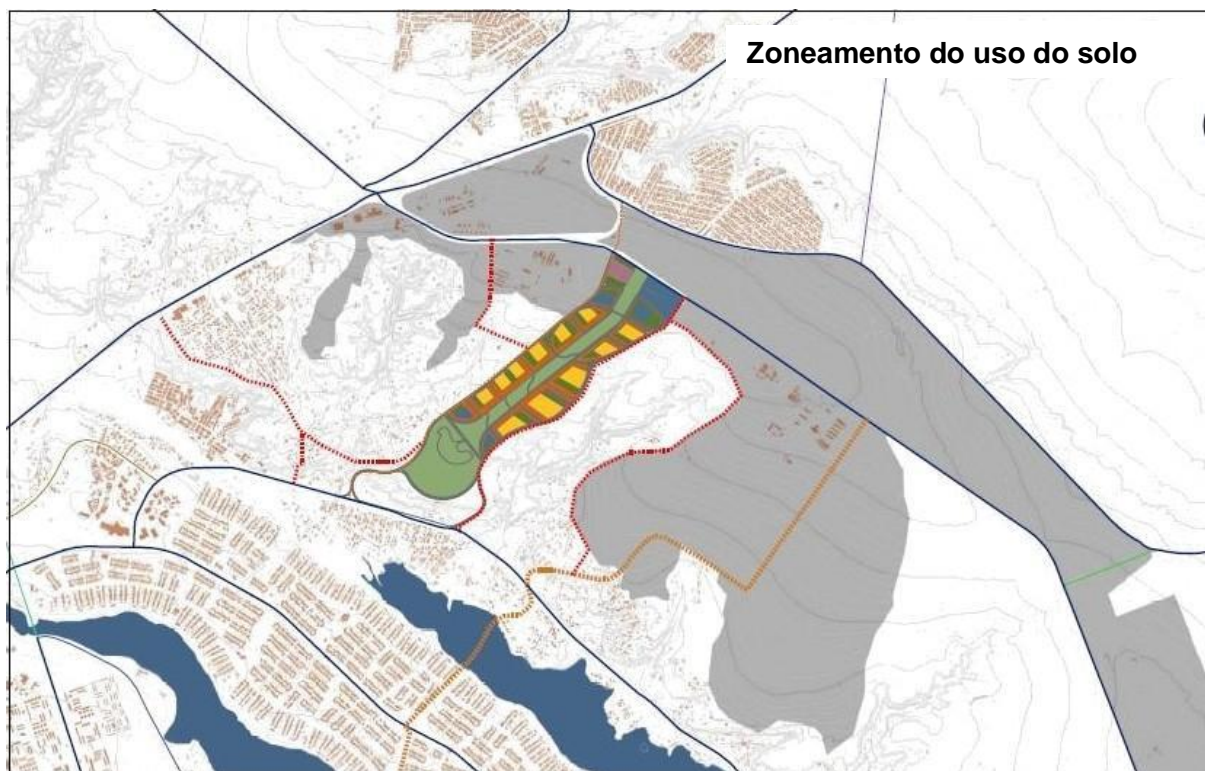
As estratégias apresentadas nortearam o seguinte mapa de um possível uso e ocupação do solo para a gleba do Setor Habitacional Taquari, Trecho 2. Ao determinar uma proposta de zoneamento para essa gleba, articulando usos propostos com o sistema viário existente e a implantar, como necessários para a articulação da gleba com o entorno, como mostra o mapa de sistema viário, pretende-se propiciar, além do aumento da conexão, uma melhor infiltração das águas, que é o mote deste trabalho, por meio da implantação de um parque localizado no eixo central, o qual receberá, por meio de infraestrutura malha viária e sistema de drenagem, o escoamento gerado da impermeabilização do solo proveniente das estruturas urbanas. Assim, utiliza-se o conceito de áreas impermeáveis diretamente conectadas às áreas permeáveis, o uso de técnicas compensatórias associadas às infraestruturas tradicionais de drenagem urbana, as quais são necessárias para o controle de eventos de chuva com tempos de retorno inesperados. No mapa de zoneamento de uso do solo, a seguir, pode ser visualizado o conjunto de superquadras residenciais, os quais foram baseados nos conceitos dos padrões de ocupação sensíveis à água e nos resultados das simulações efetuadas nos capítulos anteriores. As superquadras conformam-se por um conjunto de zonas de uso misto, os quais poderão abrigar equipamentos públicos e privados para suprir as demandas dos conjuntos habitacionais implantados e a implantar, tendo sido

alguns indicados nas áreas de macrozona urbana do capítulo de macrozoneamento. Essas zonas de uso misto propiciaram a criação de uma nova centralidade para o eixo norte, o qual carece desta demanda. Nas extremidades dos parcelamentos, na cota 1.215 metros, encontra-se a Flor do Cerrado, marco visual da região norte e monumento que impacta a linha do horizonte ao se tratar da escala bucólica. Ao lado da torre, o mapa indica uma área para implantação de hotéis, serviços e instituições, pois possui ligação direta com a DF-001, uma das principais vias do Distrito Federal e tem o intuito de aumentar a visitação ao monumento Flor do Cerrado. Na outra extremidade, especificamente na cota 1.100 metros, visualiza-se o Lago Paranoá, em que suas margens se localizam na cota 1.005 metros. Essa diferença de altitude propicia vistas cênicas para a região. Como forma de democratizar essa paisagem e enaltecer um dos marcos da escala bucólica, as áreas a partir da cota 1.105 metros foram delimitadas como áreas de comércio e parques urbanos.

Mapa 7 - Área de estudo. Setor Habitacional Taquari, Trecho 2



Elaboração: A Autora.

Mapa 8 - Zoneamento do uso do solo

Elaboração: A Autora.

9.2. Parque Central | Zoneamento

Conforme demonstrado no mapa de zoneamento do uso do solo, no eixo central propõe-se a implantação de um grande parque central, o qual percorre toda a extensão da gleba. Esse parque tem a intenção de proporcionar o aumento da infiltração das águas pluviais e dos espaços livres para a gleba e as demais áreas de expansão. A fim de criar uma conexão do parque com os loteamentos e zonas de expansão lideiras ao parcelamento, o parque central também foi zoneado em três categorias: contemplação, lazer regional e local. Essas categorias foram delimitadas pelos acessos ao loteamento. Quanto mais perto das rodovias existentes e com maior conexão com as outras regiões foram alocadas a categoria contemplação e lazer regional. A categoria de lazer local ficou concentrada nas zonas mais centrais do parcelamento, com exceção de uma área de lazer regional destinada à implantação de um museu de biodiversidade do cerrado. As áreas de contemplação são caracterizadas pela presença de bacias de retenção, as quais auxiliarão na captação de águas pluviais das vias e no retardo do pico durante os eventos elevados de precipitação, além de conceder um ambiente de relaxamento para os transeuntes da área.

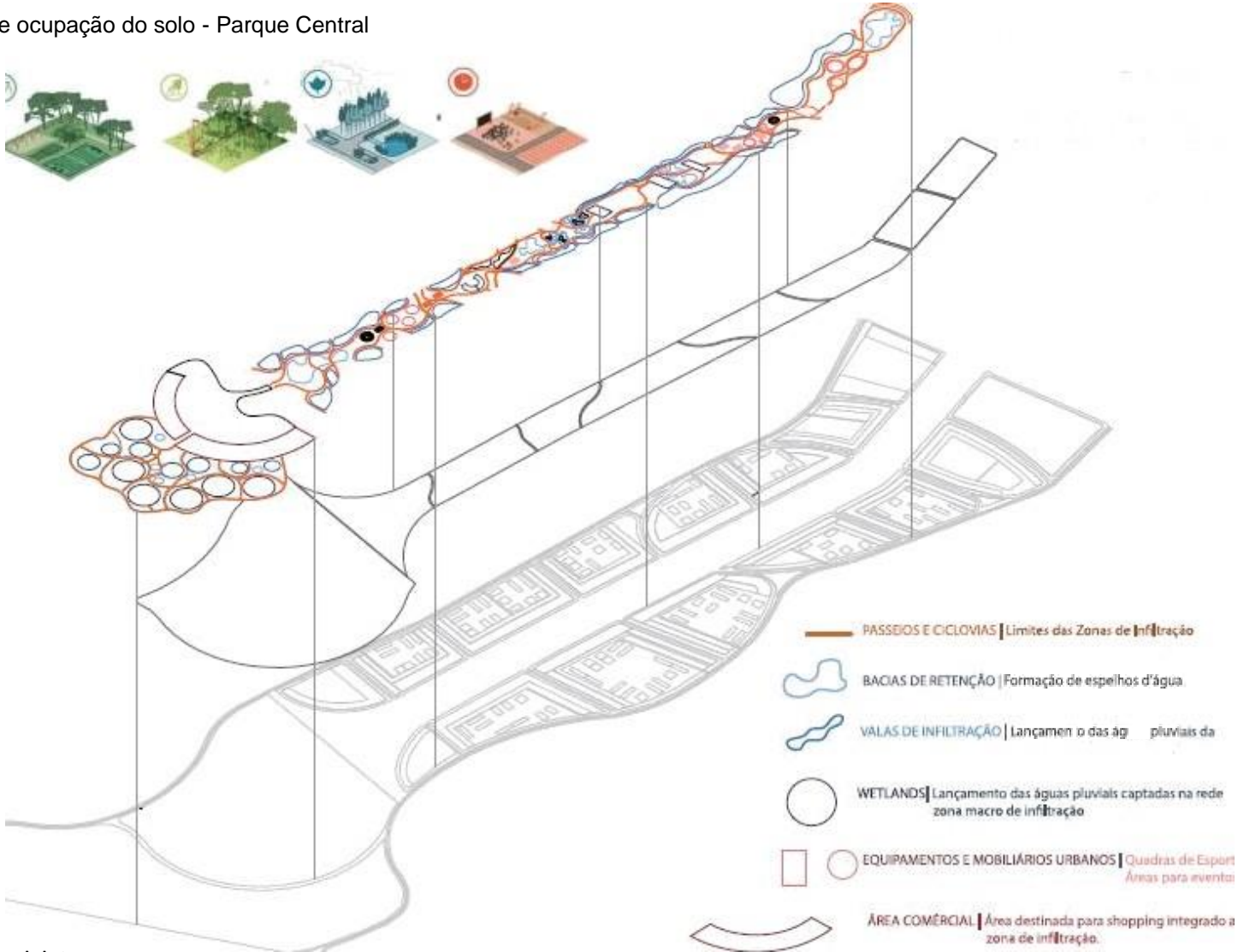
Na tabela a seguir podem ser verificados os usos do parque central.

Tabela 9 - Uso e ocupação do solo - Parque Central

Espaços Ecológicos	Espaços Públicos	Infraestrutura Verde e Azul	Comércios e Instituições
Evapotranspiração Permeabilidade	Recreação	Captação das Águas	Eventos
Reforação do Solo	Parques de Bairro	Purificação do Ar	Zonas Apreciação Paisagem
Zonas Naturais	Esportes	Técnicas Compensatórias	Comércios e Restaurantes
Infiltração Natural	Praças e Museus	Sequestro de Carbono	Pontos Turísticos

Elaboração: A Autora. :

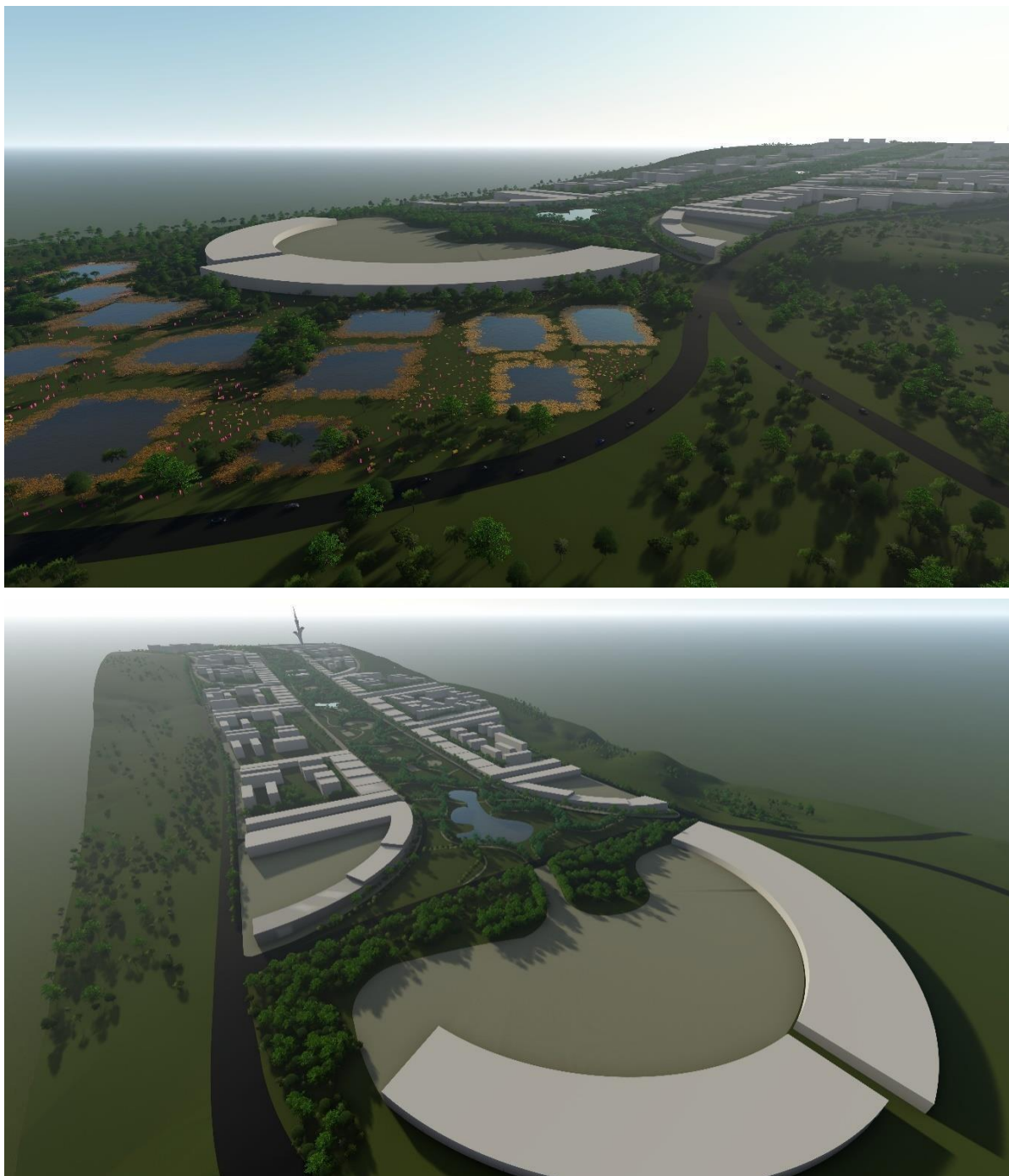
Figura 4 - Uso e ocupação do solo - Parque Central



Elaboração: A Autora. :

Esta proposta urbana, em uma área de 228 hectares, comporta uma população de 20.000 habitantes, num total de 88 hab./ha. Ao todo podem ser implantadas 101 projeções. Dessa área total, 95 hectares correspondem a áreas verdes e espaços livres; um total de 42 hectares de parque central com atividades e uma área de 40 hectares que podem ser destinadas ao comércio, serviços e instituições. A seguir são apresentados modelos finais da proposta urbana.

Figura 5 - Proposta de ocupação urbana resiliente para o SHTq, Trecho 2



Elaboração: A Autora.

10. DRENAGEM URBANA

A partir da proposta urbana apresentada no capítulo de zoneamento, foi projetada a rede de infraestrutura urbana para captação das águas pluviais. Essa proposta urbana foi necessária para traçar a rede de drenagem sob o sistema viário. O método para captação das águas pluviais segue duas vertentes: a tradicional, linear, que capta de forma rápida as águas pluviais que caem sobre as vias e direcionam para um exutório. E a circular, que tem como intuito o aumento da infiltração das águas, já que a área está localizada sobre uma zona de recarga de aquíferos. O método linear não propicia a infiltração das águas, pelo contrário, mas faz-se necessária sua implantação, pois há eventos de precipitação que o sistema de infraestrutura circular ou sustentável não suporta. Como é o caso dos eventos de 10, 12 e até 15 anos, muito recorrentes no Brasil.

Para o projeto da rede de drenagem urbana foi considerado o Decreto nº 09/2011 da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa), o qual atesta a implantação de um parcelamento ser viável ou não quanto ao lançamento de águas pluviais em um determinado exutório ou manancial. Esse Decreto determina que parcelamentos não devem superar o lançamento de 24,4 l.s/ha⁸ nos corpos hídricos. No caso da área de estudo, o exutório, zona para lançamento das águas pluviais seria o Lago Paranoá.

A rede de drenagem projetada para o parcelamento do presente projeto pretende alcançar alguns objetivos, os quais não serão alcançados com o parcelamento urbano projetado pela Terracap.

Como visto nos capítulos anteriores, o parcelamento apresentado pela Terracap não dialoga com a área e a partir disso foi criado um novo padrão de ocupação para as áreas residenciais, os quais, por meio das simulações hidrológicas, mostrou-se mais resiliente para o ambiente físico. No que tange a rede de drenagem tradicional o projeto também deverá seguir objetivos que se tornem mais econômicos, facilitem o direcionamento das águas captadas pela rede para zonas vegetadas, o mínimo de lançamento de águas pluviais no exutório do Lago Paranoá além da redução dos diâmetros dos condutos. Para verificação do alcance desses objetivos haverá a comparação com o projeto da Terracap, assim como ocorreu na fase de análise dos padrões.

10.1. Cenário do projeto de drenagem urbana para simulação

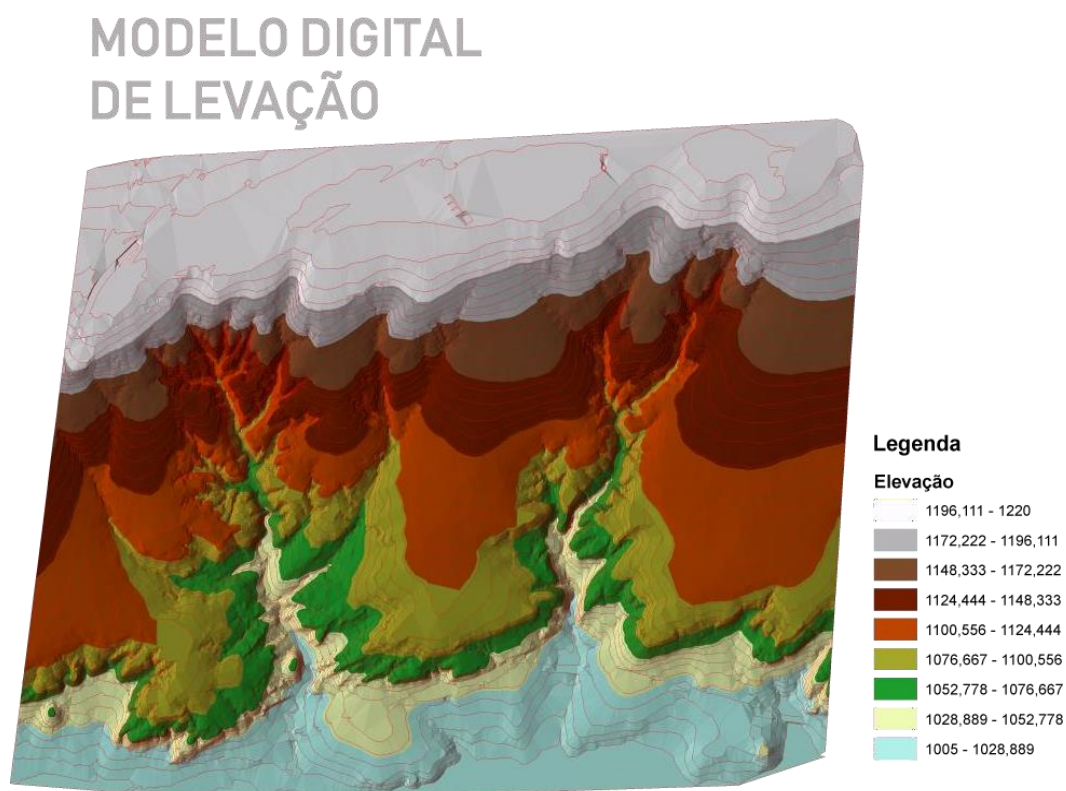
Para a execução do projeto de drenagem e simulação no software PCSWMM, já utilizado no capítulo anterior de simulação, foi necessário o levantamento das áreas dos elementos que compõe os ambientes urbanos na proposta apresentada no capítulo de zoneamento.

A ferramenta de cálculo de área disponibilizada pelo CAD e programa GIS, Decreto nº 09/2011 da Adasa e termo de referência para elaboração de projetos de drenagem Novacap foram as ferramentas e bibliografias de consulta para elaboração do projeto e dos seguintes passos:

⁸ 24,4 litros por segundo/hectare.

1. Cálculo das áreas dos ambientes urbanos, os quais possuem níveis diversos de permeabilidade: sistema viário, loteamentos, espaços livres;
2. Cálculo da área de Contribuição - Área do Parcelamento - 194 ha;
3. Cálculo de área de bacias de quantidade de acordo com decreto da Adasa utilizando a fórmula: $V = (4,705 \times A_i) \cdot A_c$ - Total de 96.300 m³;
 $V =$ volume | $A_i =$ Área Impermeável | $A_c =$ Área de Contribuição
4. Delimitação da área de contribuição em sub-bacias;
5. Somatório das sub-bacias permeáveis para determinar o CN;
6. Somatório das sub-bacias impermeáveis para determinar o CN;
7. Somatório das áreas para implantação da drenagem sustentável - Valas de Infiltração; e
8. Foi gerado o Modelo Digital de Elevação no Programa GIS. Esse modelo será utilizado para captar a elevação em cada ponto das ruas no projeto para lançamento dos poços de visita.

Figura 6 - Modelo digital de elevação



Elaboração: A Autora.

9. Verificação do Termo de Referência da Novacap para elaboração de projetos de drenagem urbana. O termo de referência dos projetos de drenagem faz as seguintes recomendações: os condutos com o mínimo de 600 mm e poços de visita a cada 60 metros ou quando necessária a mudança de direção e de nível.

O projeto de drenagem urbana acompanhou a proposta da rede viária, a qual delimita o parque central, que também é uma das zonas de drenagem, sendo a sustentável. Basicamente o projeto de drenagem tradicional foi locado no canteiro central das vias arteriais que margeiam as áreas de proteção ambiental e no eixo das demais vias. Já a

proposta de uma drenagem sustentável, que dialoga com o projeto de drenagem tradicional, teve seus dispositivos alocados no parque central como demonstra o esquema axonométrico na Figura 7.

Além de averiguar a capacidade de infiltração da proposta urbana nas simulações hidrológicas, pretende-se verificar também se é possível diminuir o diâmetro da rede de drenagem urbana tradicional com o uso das compensações da drenagem sustentável. Dessa forma, além do ganho ambiental, há também o econômico, visto que a infraestrutura urbana de drenagem é uma das etapas mais onerosas de um parcelamento urbano. Ao final das simulações será comparada a rede projetada pela Terracap com o projeto proposto neste trabalho.

10.2. A drenagem sustentável no Parque

A drenagem sustentável, durante a elaboração da proposta urbana, foi previamente delimitada pelos caminhos e ciclovias presentes no parque central. Esse pré-lançamento de técnicas compensatórias foi determinado pela escolha dos dispositivos que poderiam ser utilizados e mimetizados no parque central, os quais, com o auxílio da arquitetura da paisagem se assemelhariam a espelhos d'água e gramados côncavos ocupados por arborização nativa. Na tabela a seguir pode ser verificado os dispositivos utilizados na zona de drenagem sustentável localizadas no parque central.

Tabela 10 - Técnicas compensatórias

DISPOSITIVO DRENAGEM SUSTENTÁVEL	VOLUMES E ÁREAS
Bacias de Retenção	70.460 m ³
Bacias de Detenção	8.438 m ³
Valas de Infiltração	92.461,20 m ³
Lagoas Pluviais	193.520 m ³

Elaboração: A Autora.

10.3. Drenagem Tradicional

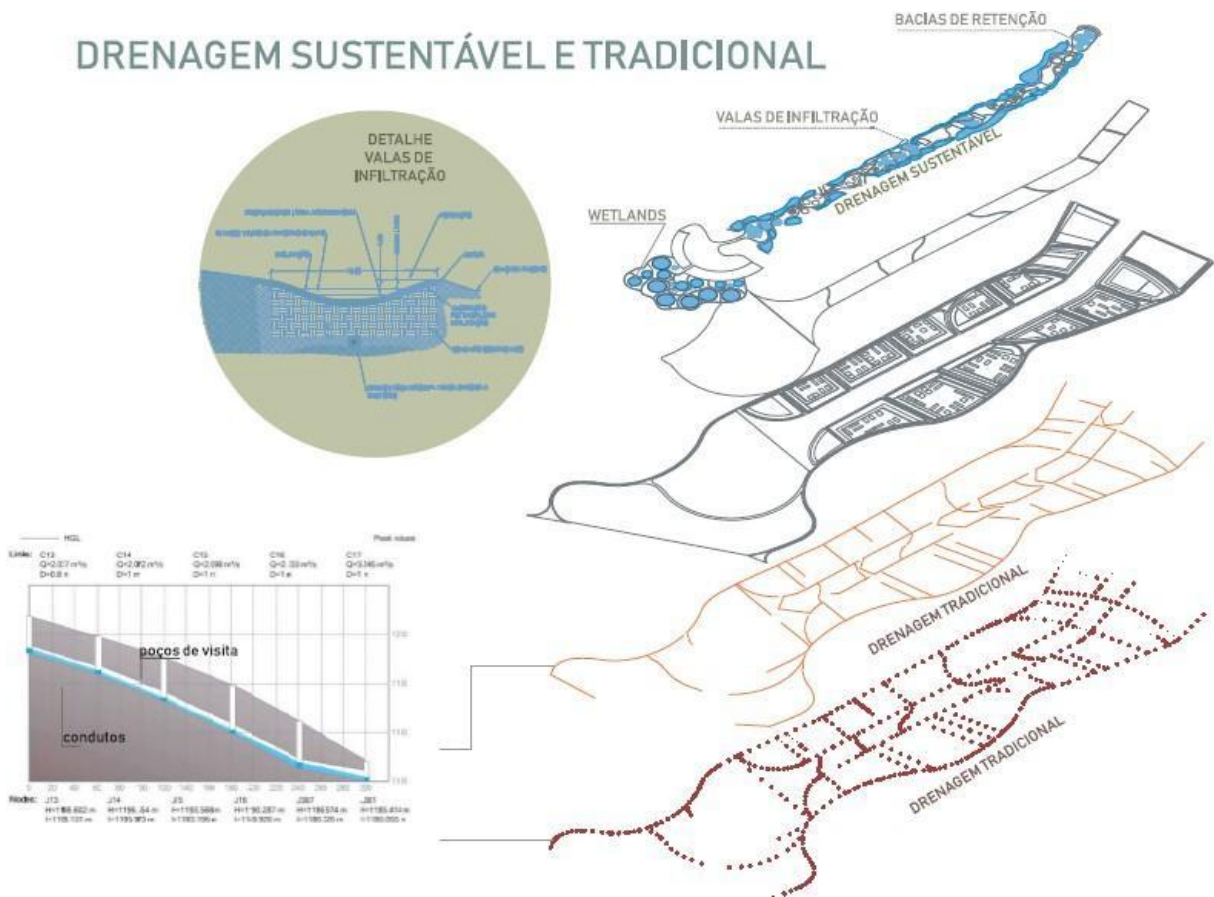
Basicamente o projeto de drenagem tradicional foi composto por condutos, poços de visita e orifícios que conectavam os dispositivos à rede de drenagem sustentável. O projeto, como já citado, seguiu o termo de referência de elaboração de projetos de drenagem urbana da Novacap.

Primeiramente foi realizado uma delimitação de condutos sob o sistema viário com diâmetro mínimo de 600 mm e com distanciamento entre poços de visita de 60 metros, assim como recomenda o termo. A fim de verificar a possibilidade de manter o mesmo diâmetro em todo o projeto, caso as simulações acusassem inundação na rede, o projeto seria redimensionado com diâmetros maiores - 800, 1.200, 1.500 mm e assim sucessivamente.

O procedimento de dimensionamento da rede foi repetido até que todos os condutos e poços de visita estivessem adequados sem nenhum risco de inundação. Infere-se que um projeto de drenagem, durante o processo de dimensionamento, que é liberado pelos órgãos competentes com alguma suspeita de inundação não deve ser implantado, pois, como é verificado em larga escala no Distrito Federal, muitas das regiões sofrem alagamentos urbanos por erros de dimensionamento dos condutos.

Na Figura 7 pode ser verificado à localização das redes: tradicional e sustentável na proposta de parcelamento.

Figura 7 - Cenários rede de drenagem tradicional e sustentável



Elaboração: A Autora.

10.4. Simulação do cenário proposto

A modelagem hidrológica para simulação da proposta foi feita, novamente, com o SWMM, no programa PCSWMM, o qual simula os processos hidrológicos do projeto.

Para o projeto foi utilizado, assim como nas simulações dos padrões, a chuva de projeto com tempo de retorno de 10 anos dada pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU).

O método para quantificar o escoamento superficial foi o método curva número, que já vem sendo adotado. Os mesmos parâmetros foram utilizados nesta simulação.

Diferente da simulação dos padrões residenciais, esta etapa trabalhou somente com um cenário: rede de drenagem projetada sobre o parcelamento proposto e dispositivos de drenagem sustentável. As camadas que compõem o projeto de drenagem urbana: sub-bacias, poços de visita, condutos, orifícios, bacias de detenção, retenção, valas de infiltração e lagoas pluviais, foram projetadas pela autora do trabalho.

Na Figura 8 pode ser verificado o projeto de drenagem tradicional e os diâmetros finais dos condutos, após as simulações teste necessárias para verificação da inundação da rede.

Na Figura 8 não pode ser visualizado os dispositivos de infiltração: valas e lagoas pluviais, os mesmos são indicados por meio de parâmetros e as áreas que foram demonstradas na tabela de técnicas compensatórias.

Figura 8 - Rede de drenagem tradicional projetada

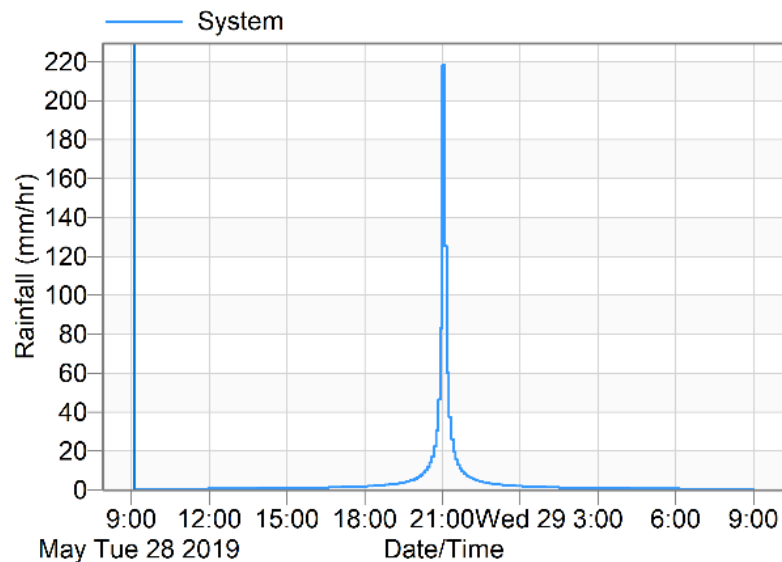


Elaboração: A Autora.

10.5. Resultados e análises das simulações

Na leitura dos hidrogramas gerados pelo PCSWMM, o programa apresenta o hidrograma da chuva precipitada, o qual será utilizado como comparativo.

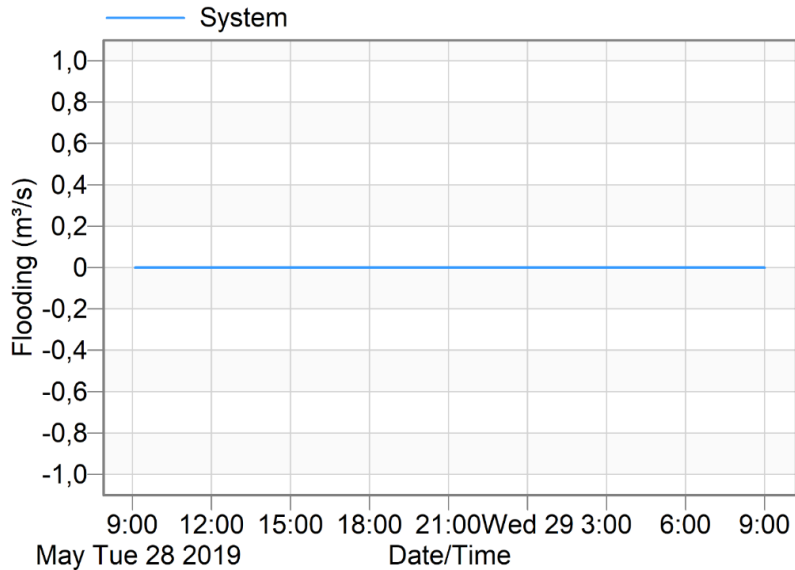
Gráfico 2 - Hidrograma chuva de projeto



Elaboração: A Autora.

As simulações demonstraram que o projeto da rede de drenagem tradicional não gerou nenhum tipo de inundação, ou seja, os diâmetros da rede projetada e a inclusão das compensações facilitaram o fluxo ideal no sistema.

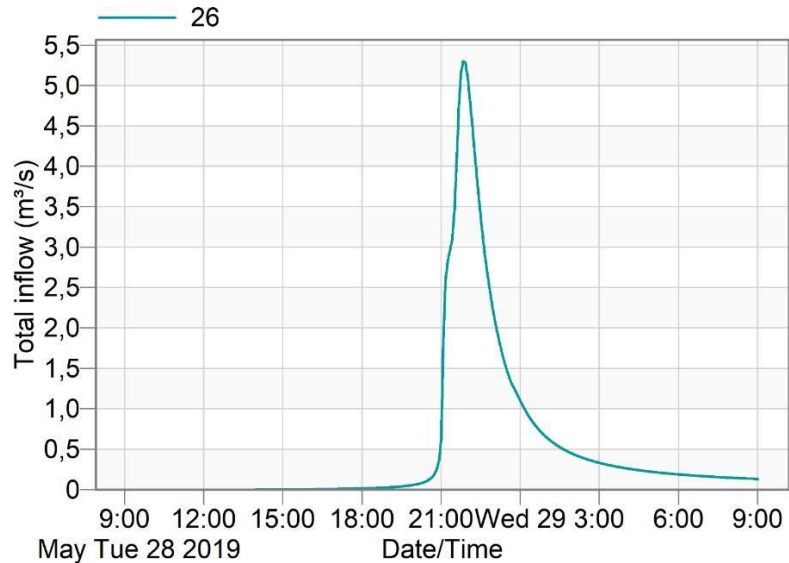
Gráfico 3 - Hidrograma Inundação Sistema



Elaboração: A Autora.

O resultado do hidrograma de lançamento do projeto está de acordo com o que determina o decreto da Adasa: uma vazão de pré-desenvolvimento para novos parcelamentos, com o máximo de 5,45 m³/s. O projeto proposto possui uma vazão final de 5,30 m³/s, adequando-se ao proposto pelo órgão regulador.

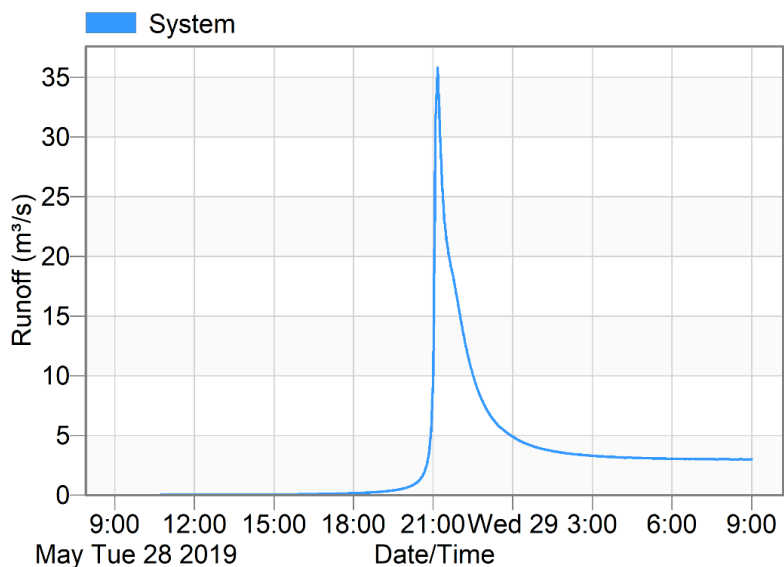
Gráfico 4 - Hidrograma medição lançamento final



Elaboração: A Autora.

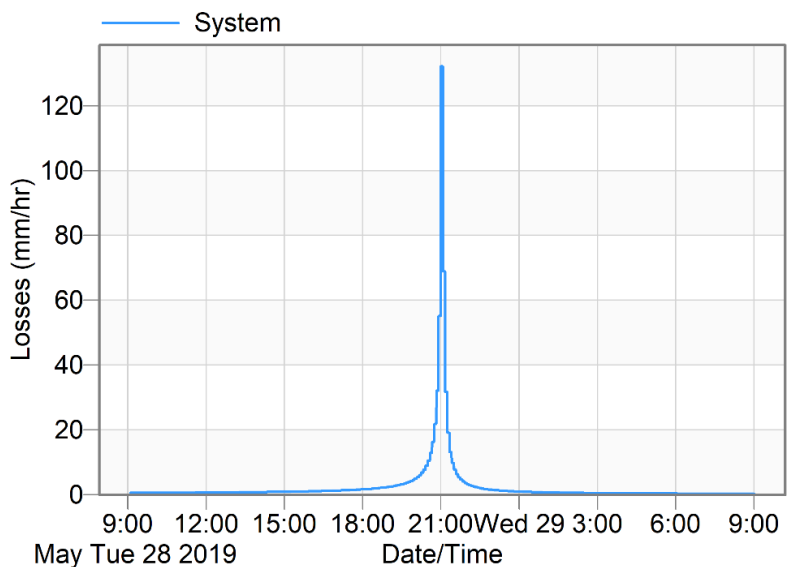
O escoamento superficial máximo gerado pelo projeto foi de 35,81 m³/s.

Gráfico 5 - Hidrograma escoamento superficial do sistema



Os resultados relacionados a infiltração, que são os que mais interessam neste trabalho, devido a problemática com a recarga dos aquíferos, foram de um percentual de cerca de 63% em relação a lâmina precipitada nas simulações.

Gráfico 6 - Hidrograma perdas-infiltração



11. ANÁLISE COMPARATIVA PROJETO PROPOSTO x PROJETO TERRACAP

A partir dos hidrogramas gerados na simulação do projeto proposto do trabalho e das simulações realizadas por Carvalho (2018) no projeto da rede de drenagem urbana elaborado pela Terracap foi possível realizar um comparativo quanto a sua resiliência. Qual parcelamento responderia a problemática ambiental e se adequaria ao sítio físico.

O projeto já simulado neste trabalho será intitulado cenário Resiliente e o realizado pela Terracap para a área do Setor Habitacional Taquari, Trecho 2, cenário Terracap.

Como pode ser verificado no capítulo anterior, o cenário Resiliente atende ao decreto da Adasa e promove uma infiltração elevada em relação a chuva precipitada, além de possuir uma rede de drenagem tradicional que não gera inundação em seu sistema.

Ao comparar o cenário Resiliente com o cenário Terracap, foi verificado um aumento no percentual da infiltração de 25%. O que comprova que o cenário proposto se apresenta como uma melhor opção para a área:

Quadro 1 - Percentual de Infiltração

INFILTRAÇÃO	
Cenário Resiliente	Cenário Terracap
60,55 mm	40,95 mm

Elaboração: A Autora.

O escoamento superficial no projeto Resiliente também sofreu uma redução:

Quadro 2 - Escoamento superficial

RUN-OFF	
Cenário Resiliente	Cenário Terracap
35 m³/s	71,95 m³/s

Elaboração: A Autora.

O cenário Terracap também se mostrou insatisfatório em relação ao Decreto nº 09/2011 da Adasa. Mesmo com utilização de bacias para controle da vazão de pico o projeto apresentou um lançamento pré-desenvolvido acima do determinado pela agência reguladora.

Ao verificar a vazão antes da bacia, verifica-se que o cenário Terracap, sem as bacias à jusante, gerariam uma vazão de 45 m³/s para lançamento no Lago Paranoá. Já o cenário Resiliente está infiltrando e retendo as águas a montante do ponto de lançamento.

Quadro 3 - Vazão da bacia

DECRETO ADASA nº 09/2011		
Cenário Resiliente	Cenário Terracap c/ Bacia	Cenário Terracap s/ Bacia
5,30 m³/s	6,5 m³/s	45 m³/s

Elaboração: A Autora.

Mesmo com um sistema projetado em totalidade com sistema tradicional de drenagem urbana o cenário Terracap já apresenta falhas em seu dimensionamento ocasionando as inundações. O cenário Resiliente não apresentou, em seu sistema de drenagem projetado, nenhum tipo de inundação.

Quadro 4 - Sistema de drenagem

INUNDAÇÃO REDE	
Cenário Resiliente	Cenário Terracap
0,00 m³/s	18,5 m³/s

Elaboração: A Autora.

Pode ser verificado que além da inundação que o projeto proposto pelo cenário Terracap causará ao parcelamento o dimensionamento dos condutos chega até o diâmetro final de 3.300 mm.

Na proposta do cenário Resiliente os diâmetros dos condutos se limitam aos 1.500 mm, o que já indica uma economia no custo de implantação da rede de drenagem urbana.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos e simulações hidrológicas realizados no trabalho puderam constatar a possibilidade do diálogo entre cidade e natureza com a utilização de padrões de ocupação urbano mais resilientes, como os simulados, além da utilização de estratégias de conexão das áreas impermeáveis diretamente conectadas a áreas permeáveis e a utilização de técnicas compensatórias aliadas à drenagem urbana tradicional.

Constata-se que a região do Setor Habitacional Taquari, Trecho 2, pode ser ocupada, mas que o projeto proposto pela Terracap não conseguirá manter a infiltração das águas pluviais necessárias a uma região de recarga de aquíferos.

Um ponto chave dos resultados da proposta urbana apresentada é a implantação de uma maior quantidade de áreas verdes, espaços livres, controlados pelo poder público, os quais poderão facilitar uma maior administração do plantio de vegetações nativas de cerrado, as quais são facilitadoras do aumento da capacidade de infiltração das águas pluviais neste tipo de bioma. Sabe-se que o tipo de arborização também possui relação direta com a capacidade de manutenção do ciclo hidrológico, desta forma a implantação de espécies nativas é de extrema necessidade.

Os estudos demonstraram também que a forma de ocupação urbana, largamente explorada, nas regiões de expansão do Distrito Federal não dialogam com as características ambientais do sítio e propiciam, mesmo com toda a problemática já conhecida, cidades dormitório dependentes da área central do Plano Piloto.

Os resultados exitosos da pesquisa corroboram para a necessidade da integração de áreas afins, as quais, juntas, por meio de suas ferramentas de análise, se comprometem na busca de mitigar e até mesmo solucionar demandas urbanas que vem, continuamente, afetando a manutenção dos ciclos ecológicos e serviços ecossistêmicos responsáveis pela manutenção da vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTELA, Tatiana BATISTELA. **O Zoneamento Ambiental e o desafio da construção da gestão ambiental urbana**. Tese de mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília. Brasília, 2007.
- BENEDICT, Mark A.; MCMAHON, Edward T. **Green Infrastructure** - Linking Landscapes and Communities. Washignton, D.C.: Island Press, 2006.
- CARVALHO, D. J. (2018). **Manejo de águas pluviais urbanas com solução de baixo impacto para área residencial** - Estudo de caso Setor Habitacional Taquari, Etapa 1, Trecho 2/DF. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 89 p.
- GDF, Governo do Distrito Federal. **Caderno Técnico ZEE: Avaliação das Estratégias de Ordenamento e Monitoramento Territorial no Período 1997-2015**. Brasília: [s.n.], 2017.
- GDF, Governo do Distrito Federal. **Documento Técnico do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal**. Brasília: [s.n.], 2008.
- GDF, Governo do Distrito Federal. GREENTEC. **ZEE - Subproduto 3.1** - Relatório do Meio Físico e Biótico. Brasília: [s.n.], 2011. Disponível em: <http://www.zee-df.com.br>.
- GDF, Governo do Distrito Federal. TECHNUM. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental do Lago Paranoá: Diagnóstico e Pré-zoneamento**. Brasília, 2012.
- GDF, Governo do Distrito Federal. TECHNUM. **Zoneamento Ambiental da Área de Proteção Ambiental do Lago Paranoá: Diagnóstico e Pré-zoneamento**. Brasília, 2007.
- GDF, Governo do Distrito Federal. **ZEE - Caderno Técnico Matriz Ecológica**. Brasília: [s.n.], 2017.
- GDF, Governo do Distrito Federal. ZIMBRES. **Estudo Urbanístico do Setor Habitacional Taquari**. Análise do Sítio. Brasília, 1996.
- KAYS, Barrett L. **Relationship of forest destruction and soil disturbance to increased flooding in the suburban north carolina piedmont**. 1980, New Jersey: 1980.
- McHARG, Ian L. **Design with nature**. [S.l: s.n.], 1969.
- MENEGUETTI, Karin Schwabe. **Cidade-jardim a cidade sustentável: potencialidades para uma estrutura ecológica urbana em Maringá - PR / São Paulo**, 2007, p. 205. Disponível em: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde.../KarinSchwabeMeneguettiTese.pdf. Acesso em: 10 out. 2018.
- MOTA, Suetônio. **Urbanização e Meio Ambiente**. 4a. ed. Rio de Janeiro; Fortaleza: ABES, 2011. 356 p.
- NDUBISI,Forster. **Ecological Planning: A Historical and Comparative Synthesis**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2002.
- PANERAI, Philippe. **Análise Urbana**. 1a. ed. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2014.
- RIBAS, O. T. **Crítérios e diretrizes de planejamento e desenho urbano para asa nova norte (área F)**, do plano urbanístico "Brasília Revisitada" visando à minimização dos impactos sobre o meio ambiente natural. Brasília - DF: [s.n.].
- RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC/ USP, 1998. 840 p.

SEMA, Secretária de Estado do Meio Ambiente. Subsecretaria de Planejamento e Monitoramento Ambiental. Parecer Técnico nº 06/2017 - SUPLAM/SEMA, de 27 de outubro de 2017. **Análise da proposta de parcelamento do Setor Habitacional Taquari**. Disponível em: http://www.mpdf.mp.br/portal/pdf/noticias/novembro_2017/SUPLAM_SEMA_PT06_2017_Taquari_20171028.pdf. Acesso em: 15 set. 2018.

SERAPHIM, Ana Paula Albuquerque Campos Costalonga. **Planejamento urbano e a gestão das águas na cidade**: Relação entre tipologias de ocupação urbana e recarga de aquíferos no Distrito Federal. Brasília, 2018.

SANTOS, Ronaldo Medeiros dos; KOIDE, Sérgio. **Avaliação da Recarga de Águas Subterrâneas em Ambiente de Cerrado com Base em Modelagem Numérica do Fluxo em Meio Poroso Saturado**. RBRH [online]. 2016, vol. 21, n. 2, pp. 451-465. ISSN 2318-0331. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v21n2.p451-465>.

SILVA, T. J. B. **Avaliação da rede de drenagem urbana do Setor Habitacional Taquari**. Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, p. 79, 2017.

TOMAZ, Plínio. **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais**. São Paulo: Navegar Editora, 2011.

TUCCI, Carlos E. M. Águas Urbanas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

Comitê Editorial

JEANSLEY LIMA
Presidente

**JULIANA DIAS GUERRA NELSON
FERREIRA CRUZ**
Diretora Administrativa e Financeira

RENATA FLORENTINO DE FARIA SANTOS
Diretora de Estudos Urbanos e Ambientais

DAIENNE AMARAL MACHADO
Diretora de Estudos e Políticas Sociais

CLARISSA JAHNS SCHLABITZ
Diretora de Estudos e Pesquisas
Socioeconômicas

Alexandre Silva dos Santos
Gerente de Demografia, Estatística
e Geoinformação

Gabriel Pimenta Gadêa
Gerente de Gestão e Desenvolvimento
de Pessoas

Jéssica Filardi Milker Figueiredo
Gerente de Contas e Estudos Setoriais

Júlia Modesto Pinheiro Dias Pereira
Gerente de Estudos e Análises
de Proteção Social

Jusçanio Umbelino de Souza
Gerente de Pesquisas Socioeconômicas

Kássia Batista de Castro
Gerente de Estudos Ambientais

Larissa Maria Nocko
Gerente de Estudos Regional e Metropolitano

Marcelo Borges de Andrade
Gerente de Tecnologia da Informação

Martinho Bezerra de Paiva
Gerente de Administração Financeira

Sesai Barbosa de Moraes
Gerente de Apoio Administrativo

Tatiana Sandim
Gerente de Estudos e Análises Transversais

Vinícius Diniz Schuabb
Gerente de Estudos e Análises de Promoção
Social

Ana Carolina de Oliveira Marchão
Chefe da Assessoria de Comunicação Social

Revisão e copidesque

Heloisa Faria Herdy

Editoração Eletrônica

Maurício Suda

**Companhia de Planejamento
do Distrito Federal - Codeplan**

Setor de Administração Municipal
SAM, Bloco H, Setores Complementares
Ed. Sede Codeplan
CEP: 70620-080 - Brasília-DF
Fone: (0xx61) 3342-2222
www.codeplan.df.gov.br
codeplan@codeplan.df.gov.br



**Secretaria de
Economia do
Distrito Federal**



Governo do Distrito Federal