



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica
Programa de Engenharia Urbana

FERNANDA DE CASTRO TEIXEIRA

QUANTIFICAÇÃO DO EFEITO CASCATA DAS INUNDAÇÕES
SOBRE A OFERTA DE FUNÇÕES URBANAS

Rio de Janeiro
Outubro de 2022



UFRJ

FERNANDA DE CASTRO TEIXEIRA

QUANTIFICAÇÃO DO EFEITO CASCATA DAS INUNDAÇÕES
SOBRE A OFERTA DE FUNÇÕES URBANAS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientador: Marcelo Gomes Miguez

Coorientador: Assed Naked Haddad

Rio de Janeiro

Outubro de 2022

Teixeira, Fernanda de Castro

Quantificação do Efeito Cascata das Inundações sobre a Oferta de Funções Urbanas / Fernanda de Castro Teixeira – 2022.

xv, 128 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2022.

Orientador: Marcelo Gomes Miguez

1. Inundações Urbanas. 2. Efeito Cascata. 3. Infraestruturas Críticas. 4. Funções Urbanas. 5. Drenagem Sustentável. 6. Sistemas de Informação Geográfica. I. Miguez, Marcelo Gomes. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. III. Título.



UFRJ

QUANTIFICAÇÃO DO EFEITO CASCATA DAS INUNDAÇÕES
SOBRE A OFERTA DE FUNÇÕES URBANAS

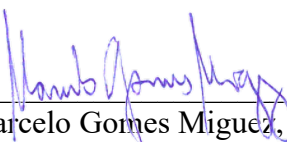
Fernanda de Castro Teixeira

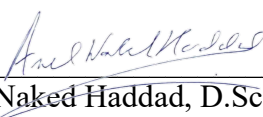
Orientador: Marcelo Gomes Miguez

Coorientador: Assed Naked Haddad

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

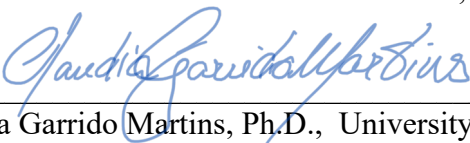
Aprovada pela Banca:


Presidente, Prof. Marcelo Gomes Miguez, D.Sc., PEU/POLI/UFRJ


Prof. Assed Naked Haddad, D.Sc., PEA/POLI/UFRJ


Prof. Leandro Torres Di Gregorio, D.Sc., PEU/POLI/UFRJ


Prof. Christine Kowal Chinelli, D.Sc., UFF


Prof. Claudia Garrido Martins, Ph.D., University of North Carolina, Charlotte

Rio de Janeiro

Outubro de 2022

AGRADECIMENTOS

À minha família, pela compreensão, carinho e estímulo, em todos os momentos.

Ao PEU/UFRJ, que me recebeu como aluna, agradeço a oportunidade e a formação. Aos professores e colegas, agradeço os ensinamentos, convívio e troca em sala de aula, e à equipe administrativa, a disponibilidade e presteza.

Ao professor e orientador Marcelo Gomes Miguez, pela disponibilidade, orientação ativa e incentivo para a conclusão deste trabalho. Agradeço, ainda, a oportunidade de convívio com a equipe do LHC/COPPE/UFRJ e de colaboração em outros trabalhos.

Ao professor e co-orientador Assed Naked Haddad, pelo incentivo, desde a graduação, e pelas orientações perenes no contexto profissional e acadêmico até o meu retorno para o mestrado na UFRJ.

Aos demais membros da banca avaliadora, os professores Leandro Torres Di Gregório, Claudia Garrido Martins e Christine Kowal Chinelli, pela disponibilidade e pelas contribuições ao meu trabalho.

À colega Ianic Bigate Lourenço, pela inspiração para a realização deste trabalho e pela generosidade em compartilhar dados da sua própria pesquisa, além de seu conhecimento e companhia. À colega Beatriz R. Becker, pelo apoio nas primeiras tentativas de navegar no software ArcGIS. Ao colega Antônio Krishnamunrti Beleno de Oliveira pela disponibilidade e paciência no desbravamento do mesmo software. À colega Luciana Fernandes Guimarães pela amizade e parceria na realização de outros trabalhos que contribuíram para minha formação e conclusão deste trabalho.

À todas as outras pessoas de meu convívio pessoal, acadêmico e profissional que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste ciclo.

Muito Obrigada.

RESUMO

TEIXEIRA, Fernanda de Castro. **Quantificação do efeito cascata das inundações sobre a oferta de funções urbanas**. Rio de Janeiro, 2022. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Esse trabalho tem por objetivo propor uma metodologia para avaliar a magnitude e espacialização do efeito cascata causado por inundações na oferta de funções urbanas a fim de contribuir para o seu reconhecimento e consequente redução do seu impacto, com desdobramentos para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Por funções urbanas este trabalho considera os serviços oferecidos a comunidade por equipamentos comunitários de seis temas distintos: saúde, educação, segurança pública, comércio, lazer e mobilidade. A Bacia hidrográfica do Canal do Mangue, no Rio de Janeiro, foi o território escolhido para aplicar e testar a metodologia, definindo uma espacialização da oferta de funções urbanas, a partir do mapeamento da cobertura provida por seus raios de influência, por unidade territorial, e definindo um novo procedimento para sobrepor o mapa de inundação para um evento de projeto, calculado por modelo hidrodinâmico. Neste procedimento, raios de influência das diversas funções são “apagadas” do mapa de oferta, quando estas são inundadas, afetando com falta de serviços também áreas que não sofreram diretamente com o alagamento. Os mesmos procedimentos foram aplicados num cenário de projeto, considerando um conjunto de ações de mitigação de inundações. Os resultados permitiram observar que impactos de inundações no ambiente urbano de fato cascadeiam para além dos locais diretamente atingidos e ações de mitigação localizadas podem ter seus efeitos positivos ampliados.

Palavras-chave:

inundações urbanas, efeito cascata, infraestruturas críticas, funções urbanas, drenagem urbana sustentável, sistemas de informação geográfica.

ABSTRACT

TEIXEIRA, Fernanda de Castro. **Measuring cascading effects on urban functions due to urban floods.** Rio de Janeiro, 2022. M.Sc. Thesis – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

This paper study aims to propose a method to evaluate the magnitude and spatialization of the cascading effects caused by urban floods on city functions, aiming to contribute towards recognizing and reducing their impacts, while improving citizens' quality of life. By city functions, this work considers the services offered to the community by urban facilities encompassing six themes: health; education; public security; commerce; leisure and mobility. The Canal do Manguê watershed, in Rio de Janeiro, Brazil, was chosen to apply and test the method, by defining the spatialization of the of urban functions offered, by mapping the coverage provided by their influence radius, per territorial unit, and proposing a new procedure to superimpose the flood map for a design rainfall event, calculated by a hydrodynamic model. In this procedure, the flooded functions are erased from the functions map and affect even those areas that were not flooded and used to be served by them. The same procedures were also applied in a design scenario, considering a set of flood mitigation actions. As it could be observed, the impacts of flooding on urban environment do cascade and actions to reduce flood problems can spread substantial positive effects.

Keywords:

urban flooding, cascading effects, critical infrastructure, urban functions, sustainable urban drainage, geographic information systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número de Eventos de inundações registrados na base de dados EM-DAT, entre 1950 e 2010	7
Figura 2 – Impacto da urbanização no ciclo hidrológico.....	7
Figura 3 – Relação entre as componentes do Risco	12
Figura 4 – Ciclo de Gestão de Risco de Desastres	17
Figura 5 – Abordagens de Drenagem Sustentável.....	25
Figura 6 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU – Agenda 30	28
Figura 7 – Dinâmica dos Sistemas Complexos	33
Figura 8 – Mapa do bairro londrino Soho, com poços de água (cruzes)	35
Figura 9 – Componentes de um SIG.....	36
Figura 10 – Ilustração do relacionamento de um mapa visualizado num SIG e respectiva tabela.....	36
Figura 11 – Conceito de estruturação de informações por camadas	37
Figura 12 – Diversidade de áreas de atuação que utilizam os Sistemas de Informação Geográfica	39
Figura 13 – Contabilização de raios de influência por quadrícula, desconsiderando...43	
Figura 14 – Exemplo de procedimento de estruturação da camada de funções urbanas – Etapa 1 (.I a .V)	44
Figura 15 – Exemplo do cálculo do indicador primário “nível total de serviço”	45
Figura 16 – Conversão das lâminas d’água das células do modelo hidrodinâmico para as células da grade estatística, considerando a situação atual de alagamentos, como exemplo.	46
Figura 17 – Exemplo do procedimento da sobreposição das camadas de Funções e Inundação – Etapa 4 (.I a .IV).....	48
Figura 18 – Localização do Estudo de Caso – Bacia do Canal do Mangue.....	49
Figura 19 – Região de estudo na interface do ArcGIS	50
Figura 20 – Tabela de Atributos do <i>shapefile</i> de Equipamentos Comunitários de Saúde – Bacia do Canal do Mangue.....	52
Figura 21 – Tabela de Atributos do <i>shapefile</i> de Equipamentos Comunitários de Educação – Bacia do Canal do Mangue	53
Figura 22 – Tabela de Atributos do <i>shapefile</i> de Equipamentos Comunitários de Mobilidade – Bacia do Canal do Mangue	54

Figura 23 – Tabela de Atributos do <i>shapefile</i> de Equipamentos Comunitários de Seg. Pública – Bacia do Canal do Mangue.....	54
Figura 24 – Tabela de Atributos do <i>shapefile</i> de Equipamentos Comunitários de Comércio – Bacia do Canal do Mangue.....	55
Figura 25 – Tabela de Atributos do <i>shapefile</i> de Equipamentos Comunitários de Lazer – Bacia do Canal do Mangue.....	55
Figura 26 – Camada de Funções Urbanas, por temas isolados: Saúde – Bacia do Canal do Mangue	56
Figura 27 – Camada de Funções Urbanas, por temas isolados: Educação – Bacia do Canal do Mangue.....	57
Figura 28 – Camada de Funções Urbanas, por temas isolados: Segurança Pública – Bacia do Canal do Mangue.....	57
Figura 29 – Camada de Funções Urbanas, por temas isolados: Comércio – Bacia do Canal do Mangue.....	58
Figura 30 – Camada de Funções Urbanas, por temas isolados: Mobilidade – Bacia do Canal do Mangue.....	58
Figura 31 – Camada de Funções Urbanas, por temas isolados: Lazer –Bacia do Canal do Mangue	59
Figura 32 – Equipamentos Comunitários dos 6 temas combinados – Bacia do Canal do Mangue	61
Figura 33 – Camada de Funções Urbanas, com 6 temas combinados – CAS Bacia do Canal do Mangue.....	61
Figura 34 – Intervenções de drenagem consideradas no C1 para a mitigação de inundações	63
Figura 35 – Detalhe da transferência das lâminas de inundação das células do modelo hidrodinâmico	64
Figura 36 – Camada de Drenagem (C0) - Bacia do Canal do Mangue	65
Figura 37 – Camada de Drenagem (C1) - Bacia do Canal do Mangue	65
Figura 38 – Mapa de Inundação resultante da simulação no MODCEL para o cenário C0 - Bacia do Canal do Mangue.....	66
Figura 39 – Mapa de Inundação resultante da simulação no MODCEL para o cenário C1 - Bacia do Canal do Mangue.....	66
Figura 40 – Equipamentos comunitários dos seis temas sobrepostos com a inundação C0 - Bacia do Canal do Mangue.....	68

Figura 41 – Equipamentos comunitários que permanecem ativos no cenário C0 - Bacia do Canal do Mangue.....	68
Figura 42 – Equipamentos comunitários dos seis temas sobrepostos com a inundação C1 - Bacia do Canal do Mangue.....	69
Figura 43 – Equipamentos comunitários que permanecem ativos no cenário C1 - Bacia do Canal do Mangue.....	69
Figura 44 – Sobreposição das Camadas de Funções e Drenagem (C0) - Bacia do Canal do Mangue	71
Figura 45 – Sobreposição das Camadas de Funções e Drenagem (C1) - Bacia do Canal do Mangue	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Equipamentos comunitários por tema e respectivos raios de influência adotados	43
Tabela 2 – Quantidade de equipamentos comunitários mapeados por tema	52
Tabela 3 – Indicadores primários, para o CAS estudado – Situação Atual sem inundação	60
Tabela 4 – Indicadores primários, para o CAS estudado – Inundação (C0).....	71
Tabela 5 – Indicadores primários, para o CAS estudado – Inundação (C1).....	72
Tabela 6 – Indicadores numéricos propostos – Bacia do Canal do Manguê	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de Danos causados pelas inundações.....	8
Quadro 2 – Classificação Geral dos Desastres	10
Quadro 3 – Tipos de Vulnerabilidade.....	13
Quadro 4 – Exemplos de Dispositivos de Drenagem Sustentável.....	28
Quadro 5 – ODS e respectivas metas alcançáveis por meio da aplicação de abordagens de drenagem sustentável.....	29
Quadro 6 – Principais ferramentas de geoprocessamento disponíveis nos softwares SIG	38
Quadro 7 – Descrição das etapas do método proposto	41
Quadro 8 – Indicadores numéricos propostos	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

BDGR – Banco de Dados Geográfico Relacional

BMP – Best Management Practices, ou Melhores Práticas de Gerenciamento

BGI – Blue-Green Infrastructure

C0 – Cenário 0

C1 – Cenário 1

CAS – Complex Adaptative System, ou Sistema Adaptativo Complexo

CENAD – Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres

CONPDEC – Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil

CRED – Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, ou Centro de Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres

CREDEN – Câmara de Relações Exteriores e Defesa Nacional do Conselho de Governo

EM-DAT – Emergency Events Database, ou Base de Dados de Desastres

Ensic – Estratégia Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas

ESRI – Environmental Systems Research Institute

FIFA – Federação Internacional de Futebol Associado

GSI – Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República

GI – Green Infrastructure, ou Infraestrutura Verde

HidroWeb – Sistema de Informações Hidrológicas

HQE²R – Haute Qualité Environnementale et Economique Réhabilitation, ou Reabilitação Ambiental e Econômica de Alta Qualidade

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC – Infraestruturas Críticas

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design, ou Liderança em Projeto Energético e Ambiental

LID – Low Impact Development, ou Desenvolvimento de Baixo Impacto

MODCEL – Modelo de Células de Escoamento

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

OMS – Organização Mundial da Saúde

PDMAP – Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro

PLANSIC – Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico da Cidade do Rio de Janeiro

PNPDEC – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil

PNSIC – Política Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas

SEDEC – Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SIN – Sistema Interligado Nacional

SINDEC – Sistema Nacional de Defesa Civil

Singreh – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SINPDEC – Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil

SUDS – Sustainable Urban Drainage Systems, ou Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável

TR – Tempo de Recorrência

UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction, ou Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres

WHO – World Health Organisation, ou Organização Mundial da Saúde

WSUD – Water Sensitive Urban Design, ou Desenvolvimento Urbano Sensível a Água

ZED – Zero Defect and Zero Effect Manufacturing, ou Fabricação de Zero Defeito Zero Efeito

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2.	OBJETIVO DO TRABALHO	3
1.3.	METODOLOGIA UTILIZADA.....	4
1.4.	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	4
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1.	A ÁGUA E AS CIDADES	6
2.2.	DESASTRES	9
2.3.	RISCO.....	11
2.4.	SISTEMA DE DRENAGEM.....	23
2.5.	EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS	29
2.6.	A CIDADE COMO UM SISTEMA COMPLEXO	32
2.7.	GEOPROCESSAMENTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG).....	34
3.	METODOLOGIA	40
3.1.	ETAPA 1: ESTRUTURAÇÃO DA CAMADA DE FUNÇÕES URBANAS	42
3.2.	ETAPAS 2 E 3: ESTRUTURAÇÃO DA CAMADA DE DRENAGEM.....	45
3.3.	ETAPAS 4 E 5: SOBREPOSIÇÃO DAS CAMADAS DE FUNÇÕES E DRENAGEM	47
4.	ESTUDO DE CASO.....	49
4.1.	ETAPA 1: ESTRUTURAÇÃO DA CAMADA DE FUNÇÕES.....	51
4.2.	ETAPAS 2 E 3: ESTRUTURAÇÃO DA CAMADA DE DRENAGEM.....	62
4.3.	ETAPAS 4 E 5: SOBREPOSIÇÃO DAS CAMADAS DE FUNÇÕES E DRENAGEM	67
4.4.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	74
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	77
5.1.	CONCLUSÕES.....	77
5.2.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	79
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os eventos de inundação aparecem como um dos desastres naturais mais significativos nas estatísticas globais (EM-DAT, 2015), com a ocorrência de muitos eventos icônicos ao longo da história. Seguindo as tendências de urbanização das últimas décadas, esses eventos estão se tornando mais frequentes e destrutivos (OLIVEIRA et al., 2018), uma vez que o processo de urbanização provoca uma série de mudanças no ciclo hidrológico, principalmente pelo incremento de superfícies impermeáveis e a ocupação de planícies de inundação, desconsiderando a capacidade natural das bacias hidrográficas, reduzindo a capacidade de retenção natural e levando a maiores vazões de pico e volumes de escoamento (MIGUEZ et al., 2015).

As inundações urbanas afetam vários aspectos do funcionamento da cidade, causando prejuízos econômicos e sociais e a disrupção da infraestrutura urbana, com danos aos sistemas habitacional, de saneamento, de transporte e econômico (MIGUEZ e MAGALHÃES, 2010). Entre as consequências, é possível citar danos a edifícios e instalações urbanas, degradação e empobrecimento de áreas propensas a inundações, comprometimento da circulação de pedestres e sistemas de transporte, perdas relacionadas à interrupção de negócios e serviços, além do fato de que as inundações são um veículo potencial para a propagação de doenças transmitidas pela água (OLIVEIRA, 2018). Por afetar tantos sistemas transversais, as inundações são consideradas um dos eventos mais críticos em termos de efeitos em cascata.

Uma infraestrutura pode ser definida como um conjunto de equipamentos, serviços e instalações básicas necessárias para o funcionamento da comunidade ou da sociedade (SERRE, 2018) e, entre elas, algumas podem ser consideradas como mais essenciais ao bem-estar econômico e social, bem como à segurança pública e serviços governamentais, sendo chamadas de Infraestruturas Críticas (IC) (PESCAROLI e KELMAN, 2016). A maioria dos sistemas de infraestrutura crítica interage, seja por conectividade direta ou proximidade espacial, seja como resultado de políticas e procedimentos (SERRE, 2018). Como consequência, mais pessoas e territórios estão conectados, o que, por um lado, permite a oferta de uma variedade de recursos e oportunidades, mas também cria complexas relações de interdependência entre os subsistemas urbanos, aumentando sua vulnerabilidade (SERRE e HEINZLEF, 2018). Na ocorrência da menor perturbação em um subsistema urbano, essas relações contribuem para a rápida disseminação dos impactos negativos para além da área diretamente afetada (SERRE, 2018),

em uma dinâmica denominada efeito cascata, presente em desastres cujo impacto de um evento inicial gera uma sequência de eventos em subsistemas humanos, resultando em perturbações físicas, sociais ou econômicas (PESCAROLI e ALEXANDER, 2015).

Dado que as IC são frequentemente o canal pelo qual os desastres em cascata se propagam, tem-se buscado reduzir sua vulnerabilidade, aumentando sua resiliência, a fim de transformá-los em sistemas mais confiáveis, com maior proteção contra falhas ou sabotagem (ALEXANDER, 2018). O conceito de resiliência é aplicado em várias disciplinas científicas, com uma variedade de significados. Apesar dessa polissemia, existem muitas definições comuns e três características principais estão relacionadas ao conceito: resistência, absorção e recuperação (LHOMME et al., 2013). Deve-se dizer que, como capacidade de recuperação, não está necessariamente implícita a capacidade de retornar à condição anterior à perturbação, mas a um novo equilíbrio aceitável (LIAO, 2012), adaptando-se para responder de uma maneira melhor a um novo evento semelhante.

Alguns autores sugerem uma abordagem sistêmica para analisar as cidades, considerando que as mesmas são compostas por diferentes elementos, como população, empresas, infraestruturas públicas, habitações e redes de serviço (LHOMME et al., 2010). Nesse sistema, a capacidade de fornecer um ambiente seguro para seus cidadãos e um suporte eficiente para suas atividades é o que determina o poder e a influência das cidades (LHOMME et al., 2013).

Tadi e Manesh (2014), em sua metodologia para a transformação de áreas urbanas existentes em uma configuração mais sustentável, consideram a cidade como um Sistema Adaptativo Complexo (*Complex Adaptive System – CAS*). Um sistema complexo é um arranjo de elementos heterogêneos interconectados cujo desempenho conjunto é diferente da soma do desempenho de seus componentes individuais, sendo o CAS um caso particular de sistema complexo, cujos agentes têm a capacidade de aprender com experiências anteriores, adaptando-se para melhorar seu desempenho em resposta a novas restrições. Os subsistemas e redes urbanas também se constituem como sistemas complexos adaptativos, o que permite que uma transformação local tenha seus efeitos ampliados, alterando a configuração do sistema como um todo.

No contexto do gerenciamento de risco de inundação em áreas urbanas, a maioria dos estudos aponta para uma atuação na escala da bacia hidrográfica, reconhecendo seu comportamento sistêmico. Nos últimos anos, abordagens mais ecologicamente sensíveis vêm sendo consideradas, incentivando à mitigação de riscos de inundação a trabalhar com a natureza

(BARBEDO et al., 2014), através da reconfiguração espacial e da redefinição de padrões de escoamento, durante a inundação.

É possível dizer que o sistema de drenagem tem um papel importante na análise espacial urbana, uma vez que pode atuar como um sistema de interface entre as demandas naturais (de passagem da cheia) e as necessidades do ambiente construído (de salubridade e segurança), proporcionando um ambiente saudável para seus cidadãos, ao promover o escoamento das águas pluviais pela cidade, de forma controlada. Dito isto, o sistema de drenagem deve ser considerado como um eixo estruturante preliminar no planejamento urbano, atuando na etapa de prevenção e evitando a exposição da população ao risco, bem como a necessidade posterior de implementar ações de mitigação (OLIVEIRA, 2018).

Uma possível analogia dos conceitos acima mencionados com a discussão sobre inundações urbanas é que as mesmas podem ser compreendidas como uma consequência de uma falha no subsistema de drenagem, que pode ser considerada uma IC de um determinado CAS, cuja interconexão com outros subsistemas permite a disseminação das consequências, desde a área diretamente afetada pela inundação até territórios muito maiores, em uma dinâmica de efeito cascata que se propaga espacial e temporalmente. Mesmo as áreas não inundadas do CAS podem estar sujeitas a algum tipo de perturbação, não por danos físicos diretos, mas pela interrupção de suas atividades (SERRE e HEINZLEF, 2018). Note-se que as mesmas interdependências que atuam contra o CAS na propagação de danos causados por inundações, podem ampliar impactos positivos de intervenções de drenagem para todo o sistema, contribuindo para aumentar sua resiliência a eventos de inundação.

A cidade funcional, com toda a sua complexidade, deve ser motivo de preocupação para garantir a qualidade de vida dos cidadãos e, nesse contexto, a análise espacial dos dados de funções urbanas e de inundação, com o apoio de um Sistema de Informação Geográfica, pode contribuir para uma melhor compreensão do efeito cascata das inundações sobre as funções urbanas.

1.2. OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo geral deste trabalho é propor uma metodologia para identificar, avaliar e quantificar a magnitude e espacialização do efeito cascata, causado pelas inundações, sobre a oferta de funções urbanas, de modo a contribuir para a redução do seu impacto e, consequentemente, para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Por funções urbanas, este trabalho considera os serviços oferecidos para a comunidade pela combinação de

equipamentos comunitários de seis temas: saúde; educação; segurança pública, comércio, lazer e mobilidade.

Como objetivo específico, pretende-se quantificar o impacto positivo de intervenções de projeto alinhadas com diretrizes de drenagem sustentável na oferta de funções urbanas, através da comparação do desempenho de uma bacia hidrográfica densamente urbanizada face à inundação provocada por um mesmo evento de chuva, em dois cenários distintos: um refletindo a situação inicial da bacia; e outro, considerando essas melhorias de projeto, que mostrarão a ação das medidas de controle de inundação como barreiras à propagação do efeito cascata.

1.3. METODOLOGIA UTILIZADA

Para realização deste trabalho, adotou-se procedimento metodológico baseado nas seguintes etapas:

- Revisão de literatura, buscando fundamentação teórica para o trabalho;
- Proposição de metodologia para avaliar a magnitude e espacialização do efeito cascata causado pelas inundações sob a oferta de funções urbanas, com base em procedimento de contagem de funções urbanas disponíveis por unidade territorial, com o auxílio de Sistema de Informações Geográficas, considerando a sua atuação territorial dentro de raios de influência, que podem ser inutilizados pela inundação, diminuindo o atendimento por funções recebido em cada unidade territorial;
- Aplicação da metodologia proposta numa bacia hidrográfica densamente urbanizada, a fim de verificar seu desempenho, no quesito oferta de funções urbanas, face à inundação provocada por um mesmo evento de chuva, antes e depois de intervenções de projeto alinhadas com diretrizes de drenagem sustentável;
- Avaliação dos resultados.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura da dissertação está dividida em cinco capítulos.

O primeiro deles trata-se da Introdução, onde são apresentados o tema, o objetivo, a metodologia, e a estrutura da dissertação.

O capítulo II constitui-se da fundamentação teórica do trabalho, onde são visitados temas como a relação da água e as cidades, as inundações urbanas, os desastres, o risco, o efeito cascata, as infraestruturas críticas, os equipamentos comunitários, o sistema de drenagem urbana e os sistemas de informação geográfica.

No capítulo III será apresentada a Metodologia do trabalho.

No capítulo IV será apresentado o Estudo de Caso, para verificação da hipótese de trabalho. Ainda nesse capítulo, serão discutidos os resultados obtidos.

No capítulo V serão apresentadas as conclusões e limitações do trabalho, bem como sugestões para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A ÁGUA E AS CIDADES

O desenvolvimento das cidades sempre esteve intimamente ligado a disponibilidade de água, não só para o consumo humano, mas também pelas oportunidades de navegação e descarga de resíduos que oferecem. Não por acaso o nascimento das primeiras grandes civilizações dependeu, na maioria das vezes, da presença de um corpo hídrico nas proximidades (OLIVEIRA, 2018).

As comunidades nômades percebiam as inundações como fenômenos naturais ocasionais responsáveis por enriquecer o solo e os ecossistemas das planícies de inundação, e através de adaptações contínuas, aprenderam a conviver em harmonia com as mesmas (GUIMARÃES, 2016). As principais estruturas se estabeleciam em cotas superiores à de inundação, ou, alternativamente sobre estruturas elevadas que permitiam a passagem da cheia (SAYERS et al., 2013). Porém, o mesmo rio que alimenta a urbanização é impactado por ela. Com o crescimento da população e a consequente necessidade de aumentar a produção agrícola, as planícies de inundação começaram a ser mais intensamente ocupadas e, as inundações passaram a constituir-se num desafio para a sociedade. A partir de então, a questão do controle das inundações começou a se fortalecer.

Nas últimas décadas a urbanização se tornou uma tendência demográfica global, uma vez que as oportunidades oferecidas pelas cidades continuam a atrair a população para essas áreas. Desde 2007 a maior parte da população mundial vive em cidades: em 2018, a população urbana representava 55% da população mundial e, até 2050, se espera esse percentual atinja 68% (UNITED NATIONS, 2018). No Brasil o fenômeno da urbanização é ainda mais acentuado: em 2018 a população urbana representava 80% da população do país e se espera que até 2050 esse percentual chegue a 93%.

Seguindo as tendências de urbanização, os eventos de inundação estão se tornando cada vez mais frequentes (EM-DAT, 2011 apud JHA et al. (2012), como pode ser observado na Figura 1, uma vez que o processo de urbanização contribui para sua ocorrência ao provocar uma série de mudanças no ciclo hidrológico, principalmente pelo incremento de superfícies impermeáveis e a ocupação de planícies de inundação desconsiderando a capacidade natural das bacias hidrográficas, reduzindo a capacidade de retenção natural e levando a maiores vazões de pico e volumes de escoamento (MIGUEZ et al., 2015). A Figura 2 representa o impacto da urbanização no ciclo hidrológico.

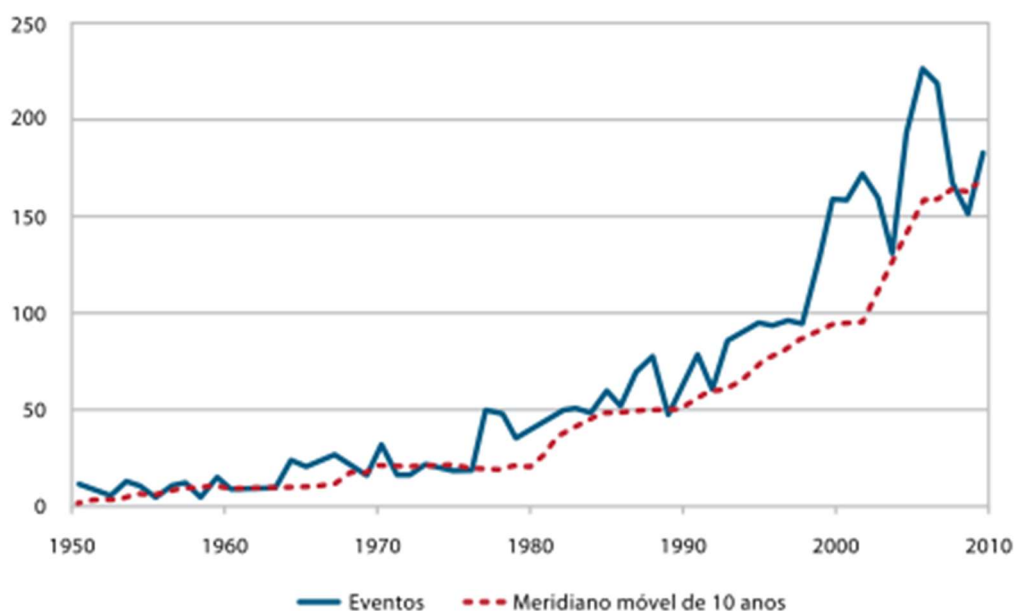


Figura 1 – Número de Eventos de inundações registrados na base de dados EM-DAT, entre 1950 e 2010
Fonte: EM-DAT (2011) apud JHA et al (2012)



Figura 2 – Impacto da urbanização no ciclo hidrológico
Fonte: Schueler, 1987

Como os países definem assentamentos urbanos de diferentes formas, torna-se difícil definir conceitualmente uma inundação urbana, porém, existem diferenças fundamentais entre inundações rurais e urbanas: embora a inundação rural possa afetar áreas mais extensas, as inundações urbanas são mais difíceis de gerenciar devido à alta concentração de população e ativos no meio urbano, o que torna o dano mais intenso e oneroso. Sendo assim, as inundações se colocam como um sério desafio para o desenvolvimento e as vidas das pessoas, principalmente para os habitantes de cidades em rápida expansão em países em desenvolvimento (JHA et al., 2012), onde a falta de planejamento favorece a ocupação em

assentamentos informais densos, em áreas inadequadas, mais vulneráveis e desprovidas de infraestrutura e serviços.

As inundações urbanas afetam vários aspectos do funcionamento da cidade, causando prejuízos econômicos e sociais e a disrupção da infraestrutura urbana, com danos aos sistemas habitacional, de saneamento, de transporte e econômico (MIGUEZ e MAGALHÃES, 2010). Entre as consequências, é possível citar danos a edifícios e instalações urbanas, degradação e empobrecimento de áreas propensas a inundações, comprometimento da circulação de pedestres e sistemas de transporte, perdas relacionadas à interrupção de negócios e serviços, além do fato de que as inundações são um veículo potencial para a propagação de doenças transmitidas pela água (OLIVEIRA, 2018).

Machado et al. (2005) classificam os danos causados pelas inundações como tangíveis ou intangíveis, e diretos ou indiretos, conforme apresentado no Quadro 1.

Setor	Danos tangíveis		Danos intangíveis	
	Diretos	Indiretos	Diretos	Indiretos
Habitacional	Danos físicos à construção, estrutura e seu conteúdo	Custos de limpeza, alojamento, medicamentos	Fatalidades	Estado psicológico de estresse e ansiedade; danos em longo prazo à saúde
Comércio e Serviços	Danos físicos à construção, estrutura e seu conteúdo; perdas e danos ao estoque	Custos de limpeza, lucro cessante, desemprego e perda de banco de dados	Fatalidades	Estado psicológico de estresse e ansiedade; danos em longo prazo à saúde
Industrial	Danos físicos à construção, estrutura e seu conteúdo; perdas e danos ao estoque de matéria prima	Custos de limpeza, lucro cessante, desemprego e perda de banco de dados	Fatalidades	Estado psicológico de estresse e ansiedade; danos em longo prazo à saúde
Serviços Públicos e Infraestrutura	Danos físicos à construção, estrutura e seu conteúdo; danos físicos ao patrimônio	Custos de limpeza, de interrupção de serviços e de serviços de emergências	Fatalidades	Estado psicológico de estresse; danos em longo prazo à saúde; inconvenientes de interrupção de serviço
Patrimônio Histórico-cultural	Danos físicos ao patrimônio	Custos de limpeza e de interrupção de serviços	Fatalidades	Inconvenientes de interrupção de serviços

Quadro 1 – Tipos de Danos causados pelas inundações

Fonte: Machado *et al.* (2005)

A facilidade em valorá-los em termos monetários, determina se são tangíveis ou intangíveis, e o contato com a água da inundação, determina se são diretos ou indiretos

(GUIMARÃES, 2016). Danos físicos às construções, por exemplo, são classificados como tangíveis uma vez que é possível determinar um valor monetário bem definido associado aos mesmos. Fatalidades, danos à saúde e impactos ambientais, por outro lado, são classificados como intangíveis, devido à dificuldade de estimar o seu valor monetário. Se os danos forem causados pelo contato direto com a água da inundação, como à deterioração física de bens ou fatalidades, são considerados como danos diretos. Já se decorrerem de perturbações físicas e econômicas em função da inundação, são considerados como indiretos e incluem uma infinidade de situações como, por exemplo, gastos com reabilitação, transtornos a mobilidade, interrupção na prestação de serviços, perda de valor da propriedade, doenças associadas e perda de produtividade humana (OLSHANSKY E ROGERS, 1987; WOLD JR. E JOCHIM, 1989; CARDONA, 1993; FARAH, 1998, apud NOGUEIRA, 2002).

2.2. DESASTRES

Dependendo da gravidade dos danos causados por um evento de inundação, pode-se configurar uma situação de desastre. Por desastres pode-se compreender uma grave interrupção do funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo perdas e impactos humanos, material, econômico ou ambiental de forma generalizada e que excede a capacidade da comunidade ou sociedade de lidar com o perigo usando seus próprios recursos (UNISDR, 2009).

O banco de dados internacional de desastres EM-DAT, do Centro de Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED) e da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU), classifica os desastres em dois grandes grupos: Desastres Naturais e Desastres Tecnológicos, conforme pode ser observado no Quadro 2. Vale observar que para um desastre ser contabilizado no banco de dados do EM-DAT, deve satisfazer pelo menos um dos seguintes critérios: 10 ou mais fatalidades; 100 ou mais pessoas afetadas; declaração de situação de emergência; ajuda internacional. Ainda de acordo com a EM-DAT (2022), as inundações aparecem como o desastre natural mais frequente nas estatísticas globais, sendo também o tipo de desastre mais frequente e que mais faz vítimas fatais no Brasil: no período entre 2000 e 2018, por exemplo, ocorreram 65 eventos de inundação no país, representando 71% do total de desastres registrados, com um total de 2.435 vítimas fatais ou 88% do total de mortes registradas em decorrência de desastres.

Grupo	Subgrupo	Definição	Tipo de Desastre
Natural	Geofísico	Uma ameaça causada pela terra sólida. Esse termo é usado alternadamente com o termo Geológico.	Terremoto
			Movimentos de Massa (seco)
			Emanações Vulcânica
	Meteorológico	Uma ameaça causada por condições meteorológicas e atmosféricas de curta duração de escala micro a meso, que duram de minutos a dias.	Temperaturas extremas
			Nevoeiro
			Tempestade
	Hidrológico	Uma ameaça causada pela ocorrência, movimento e distribuição de água doce e salgada superficial e subsuperficial.	Inundação
			Enxurradas
			Alagamentos
	Climatológico	Uma ameaça causada por processos atmosféricos duradouros de escala meso a macro, com variabilidade climática intra-sazonal a multi-decada.	Seca
			Incêndio
	Biológico	Uma ameaça causada pela exposição a organismos vivos e suas substâncias tóxicas (ex.: veneno, mofo) ou doenças que eles possam hospedar. Exemplos são animais e plantas venenosas, e mosquitos carregando agentes causadores de doenças como parasitas, bactérias ou vírus (ex.: malária)	Epidemia
			Infestações / Pragas
Tecnológicos	Acidente Industrial	-	Impacto
			Clima espacial
			Vazamento Químico
			Colapso
			Explosão
			Fogo
			Vazamento de Gás
			Envenenamento
			Radiação
	Acidente de transporte	-	Derramamento óleo
			Outros
			Aéreo
			Terrestre
	Acidentes diversos	-	Ferroviário
			Marítimo / Aquaviário
			Colapso
			Explosão
			Fogo
			Outros

Quadro 2 – Classificação Geral dos Desastres

Fonte: (EM-DAT, 2022), adaptada pela autora.

Outra classificação possível para os desastres considera sua origem e intensidade. Com relação a origem, os desastres podem ser: humanos ou antropogênicos, quando são resultantes da ação humana, como nos casos da contaminação de rios, incêndios urbanos, rompimento de barragens, etc.; ou naturais, quando derivam da ocorrência de um fenômeno ou desequilíbrio da natureza, intensificado ou não pela ação humana (TOMINAGA et al., 2009).

Para Guarani et al. (2015), o termo “desastre natural” precisa ser repensado, uma vez que esses desastres ocorrem, também, e, em maior proporção, pela interferência humana na natureza. Considerar os referidos eventos como totalmente naturais, implica na não responsabilização da ação humana no processo e desvia o foco de possíveis ações preventivas. Neste contexto, Alves et al. (2019) adotam o termo “desastre socioambiental” para se referir a esses eventos. Carvalho (2017), diz que os desastres socioambientais podem ocorrer com maior ou menor gravidade, a depender do tipo de evento natural, bem como do local atingido e das ações de proteção que podem existir. No quesito intensidade, os desastres podem ser classificados em quatro níveis, I, II, III e IV (TOMINAGA et al., 2009), sendo essa classificação fundamental para a formulação das respostas aos impactos das áreas atingidas.

Segundo Vargas (2010), os efeitos nocivos do desastre são diretamente proporcionais à vulnerabilidade e exposição dos elementos em risco em seus diversos aspectos: físico, ambiental, econômico, político, organizacional, institucional, educativo e cultural. Sendo assim, convém discutir os conceitos de risco, e sua componentes.

2.3. RISCO

O conceito de risco pode variar dependendo da área disciplinar a que se aplica e é comum que os termos risco e perigo sejam erroneamente confundidos como sinônimos, o que não é correto, apesar de seus conceitos estarem relacionados. O risco pode ser considerado como função de um perigo (associado à probabilidade de ocorrência de um determinado evento) e a vulnerabilidade do sistema exposto (SAYERS et al., 2013).

$$\text{RISCO} = \text{PERIGO} \times \text{VULNERABILIDADE DO SISTEMA EXPOSTO}$$

Desta forma, a ocorrência de um evento perigoso, por si só, não necessariamente implica em risco. Só há risco se houver consequências negativas/danos. As consequências negativas, por sua vez, dependem da exposição ao perigo e das características (vulnerabilidade) do receptor. A exposição refere-se à quantidade dos elementos que podem ser afetados pelos eventos perigosos, como o ambiente construído, o ambiente natural e os seres humanos e seus

sistemas socioeconômicos (BATTEMARCO, 2020), enquanto a vulnerabilidade pode ser definida como as condições determinadas por fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a susceptibilidade de uma comunidade aos impactos do perigo (TINGSANCHALI, 2012). Além da susceptibilidade, a vulnerabilidade abrange ainda o valor associado aos elementos e sua resiliência (SAYERS et al., 2013; VERÓL, 2013). Maantav e Maroko (2009) consideram ainda que a vulnerabilidade também é influenciada pela percepção de um indivíduo ou grupo social acerca do risco ao qual está submetido e, portanto, da sua capacidade de antecipação, de lidar com a situação, resistir e se recuperar dos impactos de eventos naturais.

A Figura 3 representa as componentes do risco supracitadas, e sua relação.



Figura 3 – Relação entre as componentes do Risco
Fonte: (SAYERS et al., 2013), adaptado pela autora

Segundo Birkmann (2013), na área dos estudos dos desastres, a vulnerabilidade é a palavra-chave para compreensão dos impactos. Desde o final da década de 1970 tem havido uma consciencialização gradual de que os perigos são apenas o gatilho de um conjunto de reações complexas governadas pela vulnerabilidade da sociedade aos desastres, evidenciando a importância de conhecê-la e reduzi-la nas suas múltiplas e diferentes formas (ALEXANDER, 2012). Wilches-Chaux (1993), classifica a vulnerabilidade de uma população conforme o Quadro 3.

Tipo de Vulnerabilidade	Descrição
Natural	Intrínseca, determinada pelos limites ambientais dentro dos quais a vida é possível e pelas exigências de seu próprio organismo, como determinadas condições de temperatura, umidade, composição atmosférica e determinados níveis nutricionais.
Física	Relacionada à ocupação e ao adensamento populacional de áreas perigosas.
Econômica	Existe uma relação inversa entre renda per capita - em níveis nacional, regional ou local, e internamente a uma comunidade - e o impacto dos fenômenos físicos extremos. Em outras palavras, a pobreza aumenta o risco do desastre.
Social	Associada ao baixo grau de organização e coesão interna das comunidades em risco, que ficam sem capacidade de se prevenir, mitigar ou responder às situações de desastres.
Política	Relacionada à falta de autonomia de decisão em níveis regionais, locais e comunitários, além da falta de participação, impedindo uma maior adequação das ações aos problemas diagnosticados.
Técnica	Resultado das técnicas construtivas inadequadas de edificações e de infraestruturas básicas utilizadas em áreas de risco.
Ideológica	Ligada a concepções de mundo e do meio ambiente, em que passividade, fatalismo e prevalência de mitos podem limitar a capacidade de agir adequadamente frente aos riscos.
Cultural	Expressa pela identidade das comunidades sem cultura de autodefesa, sofrendo influência dos meios de comunicação, que frequentemente levam à formação de imagens estereotipadas, transmitindo-lhes informações deturpadas.
Educacional	Associada à ausência completa de programas de educação, desde a formação básica ambiental, até a formação da cidadania e da cultura de autodefesa.
Ecológica	Relacionada a modelos característicos de desenvolvimento e de ocupação do solo que se fundamentam na dominação por destruição do meio ambiente.
Institucional	Refletida na obsolescência e rigidez das instituições, especialmente as jurídicas, onde prevalecem a burocracia e os critérios personalistas ou eleitoreiros.

Quadro 3 – Tipos de Vulnerabilidade
Fonte: Wilches-Chaux (1993).

No contexto das inundações, o perigo é associado à ocorrência de eventos de chuva intensa que, com a passagem pela bacia, transformam-se em vazão e são associados à sua frequência, representada por um certo tempo de recorrência (TR) (MIGUEZ et al., 2016). O tempo de recorrência corresponde ao inverso da frequência anual com que a variável hidrológica (vazão ou precipitação) é igualada ou superada, representando, portanto, uma

probabilidade de ocorrência. Essa variável é considerada quando do dimensionamento de estruturas de controle de inundação, quando se assume uma chuva de projeto que considera um equilíbrio entre a segurança e os custos de implantação e operação dessas estruturas (GUIMARÃES, 2016). O entendimento de que essas estruturas apresentam um limite de proteção às áreas protegidas, implica no reconhecimento de que essas áreas estão expostas a um risco residual (FABER, 2006), que pode ser entendido como uma parcela do risco que não pode ser gerenciada, mesmo quando medidas eficazes de redução de risco de desastres estão em vigor (UNISDR, 2009).

Partindo do princípio de que o risco não pode ser eliminado em sua totalidade e que os eventos perigosos não podem ser evitados, faz-se necessário gerenciar o risco (inclusive o risco residual), atuando para reduzir as consequências provocadas pelo mesmo (VERÓL, 2013). Neste contexto, no sentido contrário à materialização do risco, deve-se atuar sob a resiliência dos elementos expostos. Aplicado em diversas disciplinas científicas, com uma variedade de significados, o conceito de resiliência costuma estar relacionado a três características principais: resistência, absorção e recuperação (LHOMME et al., 2013). É importante observar que, como capacidade de recuperação, não está necessariamente implícita a capacidade de retornar à condição anterior à perturbação, mas sim a um novo equilíbrio aceitável (LIAO, 2012), adaptando-se para responder de uma maneira melhor a um novo evento semelhante.

A resiliência urbana é uma questão amplamente discutida, sendo considerada como o caminho para a redução do risco de desastres em quadros globais como o “Marco de Ação de Hyogo 2005-2015: Construindo a Resiliência das Nações e Comunidades frente aos Desastres” (UNITED NATIONS, 2005) e o seu sucessor, o “Marco de Sendai para a Redução de Desastres 2015-2030” (UNITED NATIONS, 2015). O Marco de Sendai atribuiu mais importância à gestão do risco de desastres do que a gestão de desastres e defendeu, mais especificamente, a gestão das águas como fundamental no fortalecimento da resiliência em qualquer ambiente urbano (CONCELHO MUNDIAL DA ÁGUA, 2018). Para Liao (2012) a resiliência urbana às inundações, pode ser entendida como a capacidade da cidade em tolerar eventos de inundação e se reorganizar no caso de ruptura socioeconômica e danos físicos, além de prevenir a perda de vidas e prejuízos e de manter a sua identidade socioeconômica.

Para Verol (2013), o incremento da resiliência das cidades frente às inundações pode ser alcançado através de duas diretrizes gerais: afastando a cidade do contato com a água das cheias (ou, ainda, preparando-a para um melhor convívio com esses eventos); ou diminuindo a geração de escoamentos provocados pela transformação da chuva em vazão, reorganizando os

padrões de escoamento das vazões resultantes. Como exemplo de medidas alinhadas à primeira diretriz, pode-se citar um zoneamento de inundações a fim de evitar a construção em áreas passíveis de alagamento (garantindo espaço para a passagem e amortecimento das cheias) e o incremento da resistência das edificações à inundação, no conceito de construção “à prova de inundação”. A exemplo da segunda, pode-se citar a diminuição da geração de escoamentos provocados pela transformação da chuva em vazão e a reorganização dos padrões de escoamento das vazões resultantes. Essa alternativa incorpora intervenções no sistema de drenagem através de medidas de controle na fonte, pela implantação de soluções de armazenamento e infiltração nos espaços públicos como paisagens multifuncionais, infraestruturas verdes, e, ainda, ações de requalificação fluvial.

2.3.1.1 A Regulação de Riscos no Brasil

A crescente preocupação da sociedade moderna com a sua segurança e a minimização dos riscos e das incertezas futuras, causada em grande parte pelos avanços científicos, tecnológicos e econômicos alcançados pela sociedade, foi a base para o surgimento da chamada “Sociedade de Risco”, estudada por pesquisadores como o sociólogo alemão Ulrich Beck e o filósofo social britânico Anthony Giddens (GUTERRES, 2016). Em síntese, Beck (2011) defende que a lógica da produção e distribuição da riqueza da sociedade industrial, que se polariza entre “possuir” e “não possuir” propriedade, não se replica do mesmo modo na distribuição dos riscos. Ainda segundo o autor, é certo que os riscos podem produzir situações de perigo social que afetam de modo mais grave os socialmente menos favorecidos, porém, os riscos, são distribuídos de forma não excludente: todos estão sujeitos, em alguma medida, às ameaças desconhecidas, imprevisíveis e que não respeitam fronteiras.

A introdução dos riscos na agenda sociopolítica, teve um impacto importante no fenômeno regulatório. Nesse contexto os governantes veem-se obrigados a fundamentar suas decisões em um complexo de estruturas e agentes de controle muito mais amplo, e a negociar os resultados desejados e meios de ação com os governados. O tratamento dado aos grandes temas que preocupam a sociedade – como esses “temas” são escolhidos e abordados, os princípios e as diretrizes a eles aplicados, como são distribuídas as competências e responsabilidades e como os agentes, os afetados e a opinião pública em geral participam e interagem com o processo – é o que realmente define a Regulação de Riscos.

Segundo Guterres (2016), a Constituição do Brasil Império, de 1824, já falava em “garantir os socorros públicos”. Da mesma forma, temas como socorro público, calamidade,

efeitos da seca, desastres e perigo iminente, foram abordados em todas as Cartas Magnas de 1824 até 1937, porém, até a década de 40, o governo não tinha sentido a necessidade de ter um órgão especificamente voltado para o atendimento da população em situação de desastre. Em 1942, após declarar guerra ao Eixo na segunda Guerra Mundial, o governo brasileiro criou um serviço de defesa civil, que veio a ser desativado com o fim do conflito. Somente em 1966 organizaram-se as primeiras entidades estaduais de defesa civil, motivadas por uma seca particularmente severa na Região Nordeste, e violentas enchentes na Região Sudeste.

A reestruturação administrativa do final da década de 60, promovida pelo Decreto-lei nº 200, de 1967, criou o Ministério do Interior e lhe atribuiu a competência de assistir às populações atingidas por calamidade pública. Até esse momento, a motivação principal das medidas adotadas era alocar recursos para as ações de resposta e recuperação, o que viria a mudar na década seguinte: ao assistencialismo somou-se a iniciativa de consolidação institucional-organizacional da defesa civil, com a criação de um Grupo Especial, depois transformado em Secretaria Especial, subordinada ao Ministério do Interior, para tratar do tema em todo o território nacional (SECRETARIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL e UFSC, 2014).

A Constituição Federal de 1988, em seu art. 21, incumbiu à União a responsabilidade de planejar e promover a defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente as secas e as inundações. Regulando o citado dispositivo, o Decreto nº 97.274, de 1988, organizou o Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC) como proposta de uma instituição estratégica de análise e redução de riscos de desastres. Dessa época, datam as primeiras iniciativas oficiais de gestão de riscos.

O sistema e seus órgãos passariam por reestruturações em 2004, 2005 e 2010, até que em 2012 a Lei nº 12.608, instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), dispôs sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC) e autorizou a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres. Com essa lei, o Brasil passou a ter uma sistematização da gestão de risco de desastres, operada pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), já criado em 2005 pelo Decreto nº 5.376, sob a coordenação da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) do Ministério da Integração Nacional.

Apesar de essa lei ser bastante focada em desastres naturais, tendo sido uma resposta às enxurradas na região do Vale do Itajaí em 2008, em Alagoas e Pernambuco em 2010, e às enxurradas e movimentos de massa na região serrana do Rio de Janeiro em 2011, a terminologia

e a lógica que ela adota são essenciais para compreender a regulação de riscos em qualquer contexto (GUTERRES, 2016). A PNPDEC categoriza as diversas ações envolvidas na Gestão de Riscos de Desastres em 5 etapas cíclicas: Prevenção, Mitigação, Preparação, Resposta e Recuperação.



Figura 4 – Ciclo de Gestão de Risco de Desastres
Fonte: Battemarco, 2020

Sumariamente, as ações de **prevenção** abrangem a avaliação do risco e a redução do mesmo em uma etapa preliminar, focando em evitar a exposição do sistema socioeconômico ao perigo. Após a prevenção dos riscos que podem ser evitados, situações de risco já existentes, como elementos expostos, são objeto das ações de **mitigação**, que buscam minimizar o impacto de eventos com ações de redução do risco, atuando na redução de vulnerabilidade e aumento de resiliência do sistema socioeconômico exposto e na própria mitigação do perigo associado às inundações. Ainda numa fase pré-desastre, as ações de **preparação** têm como finalidade tratar o risco residual, que não pode ser coberto por ações de prevenção e mitigação, monitorando sistemas sensíveis e estabelecendo planos de contingência para preservar vidas e minimizar os eventuais danos e prejuízos de um desastre eminente. Ocorrido o desastre, as ações de preparação são postas em prática como ações de **resposta** aos eventos adversos. Estas se referem, por exemplo, a atividades que envolvem principalmente o apoio logístico e assistencial, em graus de magnitude e abrangência diferentes a depender da intensidade do desastre e das características da área afetada. Numa fase pós-desastre, têm lugar as ações de **recuperação** ou reabilitação, como a desobstrução dos espaços, a remoção de escombros, a limpeza e a restauração emergencial de serviços e sistemas, bem como a **reconstrução** cabível, tanto de estruturas físicas, como de sistemas econômicos e sociais. Estas últimas, além de

almejar o retorno à normalidade, podem envolver a modernização de instalações, o reforço de estruturas e a adoção de técnicas de redução e mitigação de vulnerabilidades, para a eventualidade da ocorrência de novos eventos adversos (SUASSUNA et al., 2013 apud GUTERRES, 2016), de forma que se aprende com o desastre passado para enfrentar mais eficazmente desastres futuros.

Conforme colocado por Rezende (2018), portanto, pode-se dizer, ainda, que o gerenciamento de risco aplicado aos desastres se insere em um processo circular, retroalimentado pelo aprendizado contínuo com a ocorrência de eventos ao longo do tempo, sendo um processo de adaptação dinâmica.

Vale observar que os ataques terroristas de 11 de setembro de 2001 em Nova Iorque (World Trade Center) e na Virgínia (Pentágono), de 11 de março de 2004 em Madrid (quatro comboios ferroviários), e em 7 de julho de 2005 em Londres (três vagões de metrô e um ônibus de dois andares), contribuíram para uma mudança de paradigma na regulação de riscos. A partir desses eventos a regulação de riscos das infraestruturas ditas críticas ganhou fôlego no cenário internacional, trazendo uma nova abordagem do tipo proteção “contra todos os riscos” (do original “*all-hazards approach*”) para o fenômeno regulatório (GUTERRES, 2016). Nesse contexto, também começaram a ser avaliados os efeitos em cascata, com a avaliação da propagação negativa do resultado de um desastre transversalmente entre diferentes sistemas.

2.3.1.1.1 Infraestruturas Críticas

Uma infraestrutura pode ser definida como um conjunto de equipamentos, serviços e instalações básicas necessárias para o funcionamento da comunidade ou da sociedade (SERRE, 2018) e, entre elas, algumas podem ser consideradas como mais essenciais ao bem-estar econômico e social, bem como à segurança pública e serviços governamentais, sendo chamadas de Infraestruturas Críticas (IC) (PESCAROLI e KELMAN, 2016). As Infraestruturas Críticas não se restringem apenas a estruturas físicas, mas englobam serviços, sistemas e bens cujo comprometimento, ainda que parcial, poderá desencadear repercussões negativas e prejuízos ao próprio setor ou setores interdependentes (GUTERRES, 2016). Não existe consenso global sobre sua definição, mas uma IC geralmente cruza fronteiras geográficas, políticas, culturais e organizacionais, podendo ser: construída (como sistemas de geração e transmissão de energia, de tratamento e distribuição de água e coleta e tratamento de esgoto, de transporte e de comunicação); natural (como lagos, rios e córregos utilizados para navegação, abastecimento de água ou armazenamento de água para geração de energia ou amortecimento de inundação); ou virtual (como sistemas cibernéticos, eletrônicos e de informação) (PEDERSON et al., 2006).

As infraestruturas de comunicações, de energia, de transportes, de finanças e de águas, entre outras, possuem dimensão estratégica, uma vez que desempenham papel essencial tanto para a segurança e soberania nacionais, como para a integração e o desenvolvimento econômico sustentável do País e, dessa forma, podem ser consideradas como infraestruturas críticas. Além das utilidades e facilidades públicas essenciais, que se constituem de infraestruturas na sua concepção mais usual, algumas obras públicas, símbolos nacionais, prédios governamentais e locais de eventos esportivos e culturais também costumam ser considerados nos programas nacionais e transnacionais de Proteção às Infraestruturas Críticas, em razão de sua essencialidade e/ou relevância econômica, social e até mesmo moral (GUTERRES, 2016). Fatores que prejudiquem o adequado fornecimento dos serviços provenientes dessas infraestruturas podem acarretar transtornos e prejuízos ao Estado, à sociedade e ao meio ambiente.

Dada a sua importância, os países, de forma geral, buscam se preparar para possíveis imprevistos que possam afetar tais infraestruturas, identificando ações e procedimentos que permitam garantir o seu funcionamento, ainda que com algum tipo de restrição. Nesse quadro, torna-se imperativa a atividade denominada segurança de infraestruturas críticas, cuja implementação necessita do esforço conjunto do Estado e da sociedade (Decreto 10569, 2020). Os programas de proteção desses elementos críticos têm como objetivo fazer com que qualquer interrupção ou degradação do seu funcionamento, independente da causa (natural ou provocada pelo homem), seja, na medida do possível, breve, infrequente, contornável, geograficamente limitada e minimamente prejudicial (HAMMERLI e RENDA, 2010).

A maioria dos sistemas de infraestrutura crítica interage entre si, seja por conectividade direta ou proximidade espacial, seja como resultado de políticas e procedimentos (SERRE, 2018). Como consequência, mais pessoas e territórios estão conectados, o que, por um lado, permite a oferta de uma variedade de recursos e oportunidades, mas também cria complexas relações de interdependência entre os subsistemas urbanos, aumentando sua vulnerabilidade (SERRE e HEINZLEF, 2018). Na ocorrência da menor perturbação em um subsistema urbano, essas relações contribuem para a rápida disseminação dos impactos negativos para além da área diretamente afetada (SERRE, 2018), em uma dinâmica denominada efeito cascata, presente em desastres cujo impacto de um evento inicial gera uma sequência de eventos em subsistemas humanos, resultando em perturbações físicas, sociais ou econômicas (PESCAROLI e ALEXANDER, 2015).

Dado que as IC são frequentemente o canal pelo qual os desastres em cascata se propagam, tem-se buscado reduzir sua vulnerabilidade, aumentando sua resiliência, a fim de transformá-los em sistemas mais confiáveis, com maior proteção contra falhas ou sabotagem (ALEXANDER, 2018). Essa abordagem surgiu há mais de duas décadas (BOIN e MCCONNELL, 2007) como uma alternativa às estratégias tradicionais de gerenciamento de riscos, como planejamento e prevenção, incapazes de enfrentar a crescente imprevisibilidade e complexidade dos desastres reais (SERRE e HEINZLEF, 2018).

A política de proteção e defesa civil brasileira foi progressivamente incorporando e se adaptando às técnicas de gestão de riscos. Se, por um lado, o texto constitucional destaca as secas e inundações como preocupações primárias da defesa contra calamidades, por outro, as redes das infraestruturas críticas representam elementos essenciais dos sistemas de preparação, monitoramento, alerta, alarme, resposta e recuperação contra tais calamidades, ou, mais ainda, mostram-se como vias para impedir que eventos adversos efetivamente se transformem em calamidades. Desse modo, a resiliência dessas infraestruturas é indispensável não só para a rápida retomada da situação de normalidade, mas também para impedir que a calamidade ganhe substância.

Vale observar que os compromissos firmados pelo Brasil para receber diversos eventos esportivos internacionais como os Jogos Pan-Americanos e Parapan-Americanos de 2007, a Copa das Confederações de Futebol FIFA de 2013, a Copa do Mundo de Futebol FIFA de 2014, e os Jogos Olímpicos e Paraolímpicos de 2016, vieram a impulsionar a abordagem de proteção de infraestruturas críticas, uma vez que os estádios, rotas de acesso, meios de transporte e tudo o mais que fosse indispensável para a realização do evento deveria ser analisado sob a ótica da gestão de riscos.

Diante dessas demandas, o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI), no uso de suas atribuições e competências como órgão de assistência direta e imediata da Presidência da República, passou a demandar e a estimular as iniciativas de gestão de riscos das infraestruturas críticas em áreas consideradas prioritárias. Tal estímulo foi institucionalizado em fevereiro de 2008, por meio da Portaria nº 2 do GSI, onde as infraestruturas críticas foram definidas como “as instalações, serviços e bens que, se forem interrompidos ou destruídos, provocarão sério impacto social, econômico, político, internacional ou à segurança nacional”. Essa mesma Portaria estabeleceu cinco áreas de atuação como prioritárias: energia, transporte, água, telecomunicações e finanças. A área de

biossegurança e bioproteção veio a ser incluída nessa lista em 2018, com a publicação da Portaria nº 53 do GSI.

A Política Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas (PNSIC), por sua vez, foi estabelecida somente em 2018, pelo decreto nº 9.573, com a finalidade de garantir a segurança e a resiliência das infraestruturas críticas do país e a continuidade da prestação de seus serviços. Em suas disposições gerais, o decreto atualizou a definição de infraestruturas críticas, para “as instalações, serviços, bens e sistemas cuja interrupção ou destruição, total ou parcial, provoque sério impacto social, ambiental, econômico, político, internacional ou à segurança do Estado e da sociedade”, e definiu segurança, interdependência e resiliência das infraestruturas críticas. Por segurança das infraestruturas críticas, entende-se o conjunto de medidas, de caráter preventivo e reativo, destinadas a preservar ou restabelecer a prestação dos serviços relacionados às mesmas; por interdependência das infraestruturas críticas, a relação de dependência ou interferência de uma infraestrutura crítica em outra ou de uma área prioritária de infraestruturas críticas em outra; e por resiliência das infraestruturas críticas, a capacidade de as infraestruturas críticas serem recuperadas após a ocorrência de situação adversa.

Como instrumentos da PNSIC, o artigo 5º do decreto define: a Estratégia Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas (Ensic); o Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas; e o Sistema Integrado de Dados de Segurança das Infraestruturas Críticas. A Ensic consolidará os conceitos e identificará os principais desafios para a atividade de segurança das infraestruturas críticas e servirá de orientação estratégica e de referência para a formulação do Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas. O Plano de Segurança de Infraestruturas Críticas tratará sobre as orientações gerais para implementação da segurança das infraestruturas críticas no país e dos fundamentos para elaboração de planos setoriais e respectivos responsáveis. O Sistema Integrado de Dados de Segurança e Infraestruturas Críticas conterá o cadastro informatizado das infraestruturas críticas identificadas em território nacional e o registro das suas condições, e será empregado no apoio às decisões que visem garantir a segurança das mesmas e dos seus serviços.

A elaboração da Estratégia Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas (Ensic) e do Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas (PLANSIC) foram delegados à Câmara de Relações Exteriores e Defesa Nacional do Conselho de Governo (CREDEN), no prazo de dois anos da data de publicação da PNSIC, conforme artigo 13º. Já a implementação e gestão do Sistema Integrado de Dados de Segurança e Infraestrutura Críticas foram delegadas ao Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, conforme artigo 14º. Pode-

se compreender, portanto, que, na prática, o decreto não se refere a uma política finalizada, mas sim a um caminho para a construção da mesma, através da definição de diretrizes e instrumentos, e dos responsáveis pela sua elaboração.

Como desdobramento da PNSIC, a Ensic foi publicada em dezembro de 2020, através do decreto nº 10.569. Para dar cumprimento aos objetivos estratégicos estabelecidos pela Ensic, diversos entes envolvidos com a segurança de infraestruturas críticas deverão formular ações que serão consolidadas no Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas, a fase executiva da implementação da política. Nesta linha, em julho de 2021 foi realizado o primeiro Workshop para elaboração da Minuta do PLANSIC, com a participação de mais de 100 servidores de 67 órgãos e agência públicas e privadas, além de integrantes dos 12 Grupos Técnicos de Segurança de Infraestruturas Críticas, coordenados pelo GSI. O workshop abrangeu mais três encontros virtuais, intercalado com reuniões presenciais, ao longo de 2021, que contribuíram para a construção progressiva do PLANSIC, porém, depois desta data, não se encontram novas informações públicas a respeito de seu desenvolvimento, nem houve publicação legal do mesmo. Da mesma forma, o status da implementação do Sistema Integrado de Dados de Segurança e Infraestrutura Críticas não foi institucionalizado.

Vale observar que as ações de resposta do governo brasileiro em atendimento às demandas advindas dos compromissos assumidos para realização dos grandes eventos esportivos no país, que impulsionaram a aplicação de modelos e ferramentas de Gestão de Riscos e controle de IC, rapidamente se difundiram na Administração Pública e repercutiram em vários outros setores regulados (GUTERRES, 2016).

O monitoramento dos sistemas de geração e distribuição de energia elétrica que compõem o Sistema Interligado Nacional (SIN) não é novidade, porém os mecanismos de monitoramento dos riscos hidrológicos foram bastante aprimorados na última década. Além da preocupação com a geração de energia elétrica, os níveis das bacias e dos sistemas de reservatórios foram ocupando posições cada vez mais importantes no contexto do monitoramento de riscos de desastres naturais, tais como inundações graduais, inundações bruscas e enxurradas e, no polo oposto, secas e estiagens. Nesse sentido, a Agência Nacional de Águas (ANA), em colaboração com órgãos e agentes de defesa civil, tem desenvolvido e incorporado novas funcionalidades a sua “sala de situação”, destacando-se os trabalhos com o Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb), elemento essencial do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh).

A lógica de adoção de processos de Gestão de Riscos apoiados em sistemas de monitoramento remoto, integrado e, na medida do possível, alimentados de modo automatizado e em tempo real, constitui o substrato instrumental mais maduro e atual das políticas de proteção de IC. Os sistemas são as principais ferramentas de mapeamento de vulnerabilidades e de monitoramento de desempenho das IC, enquanto o trabalho dos especialistas e agentes setoriais orbita em torno da atualização e análise dos dados coletados e da sua evolução histórica, concomitantemente com a elaboração de planos de resposta, recuperação e aperfeiçoamento da condição de resiliência dessas infraestruturas e suas interdependências intra e intersetoriais.

2.4. SISTEMA DE DRENAGEM

A drenagem urbana se inicia com a geração de escoamentos pelas superfícies da cidade, sejam elas construídas ou remanescentes de áreas naturais, percorrendo caminhos diversos, artificiais ou naturais, integrados, até a sua descarga no corpo receptor final. No conceito tradicional de drenagem, de “captar, conduzir e descarregar”, o sistema de drenagem urbana representa o sistema responsável por prover o manejo das águas pluviais urbanas, retirando uma parcela da água que seria indesejável no meio urbano e prevenindo alagamentos (MIGUEZ et al., 2016).

Dois subsistemas compõe o sistema de drenagem: a microdrenagem e a macrodrenagem. O primeiro deles é composto por galerias, sarjetas e bocas de lobo instalados nos lotes urbanos, praças e ruas, com o objetivo de escoar rapidamente a água da chuva. Já o segundo é representado pela hidrografia natural, canais de drenagem e grandes galerias, dimensionados para receber as águas da microdrenagem e conduzi-las até um corpo receptor final. Falhas nestes subsistemas, sejam por erro de concepção, falta de manutenção ou por obsolescência, devido ao acelerado crescimento urbano, estão diretamente associadas as cheias urbanas: falhas na microdrenagem geram alagamentos superficiais espalhados pela bacia, enquanto falhas na macrodrenagem geram manchas de alagamento a partir do extravasamento da rede. A conjugação de falhas em ambos os sistemas gera alagamentos generalizados capazes de impactar sobremaneira a qualidade de vida dos cidadãos.

Segundo Simons (1977) fazem parte do projeto de controle de inundações medidas estruturais e não-estruturais. As medidas estruturais constituem-se em alterações diretas nos elementos da drenagem urbana, como a construção de diques, canais de desvio, barragens e estruturas relacionadas. Na verdade, o conceito pode ser estendido para medidas que mudam a relação de produção e condução dos escoamentos, atuando diretamente nas características das

inundações, em uma interpretação que reconhece as interações do sistema de drenagem também com elementos urbanos. Já as medidas não-estruturais procuram harmonizar a relação entre a cidade e os eventos de inundação, podendo-se citar como exemplos a preservação da cobertura vegetal, a regulamentação do uso do solo e o zoneamento das áreas de inundação, as construções à prova de inundações, o seguro-inundações, os sistemas de previsão e alerta de inundações e a educação ambiental (OLIVEIRA, 2018).

O controle físico das cheias pela adoção de medidas estruturais, constituiu-se no principal meio de mitigar os impactos das inundações até o final do Século XX. De fato, a reversão de cenários de inundações, em geral, demanda ações estruturais para reorganização dos escoamentos. A partir da década de 1980, porém, o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável impulsionou as preocupações associadas às consequências ambientais do desenvolvimento, contribuindo para uma mudança de paradigma no controle das inundações, que passaram a ser tratadas de forma mais sistêmica, através de intervenções distribuídas na escala da bacia hidrográfica e ações não estruturais passaram a também ser incorporadas ao processo, com o intuito de dar sustentação temporal às soluções previstas, em uma combinação com as ações estruturais. Assim, na busca por recuperar parte das características do ciclo hidrológico natural, a drenagem urbana sustentável incorpora ao conceito de drenagem tradicional as atividades de infiltração e armazenagem: “captar, infiltrar e armazenar quando possível, conduzir e descarregar”.

Vale observar que a legislação brasileira já incorporou a abordagem sustentável ao conceito de drenagem urbana, à medida que considera as atividades de infiltração e armazenagem na definição apresentada no Artigo 3º da Lei Nacional de Saneamento, Nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007): “conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas”.

Nos últimos anos, abordagens mais ecologicamente sensíveis vêm sendo consideradas, incentivando à mitigação de riscos de inundação a trabalhar com a natureza (BARBEDO et al., 2014), através da reconfiguração espacial e da redefinição de padrões de escoamento, durante a inundação. A Figura 5 apresenta algumas dessas abordagens, que serão detalhadas na sequência.

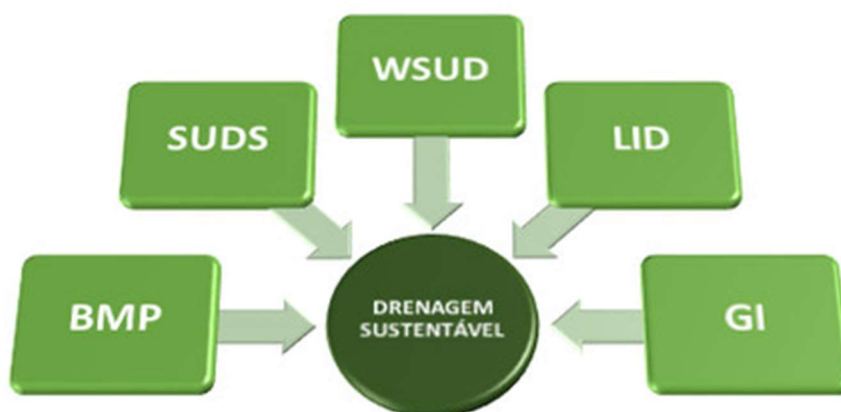


Figura 5 – Abordagens de Drenagem Sustentável
Fonte: (GUTIERREZ e RAMOS, 2019)

- Melhores Práticas de Gerenciamento, do original em inglês Best Management Practices (BMP): Utilizado pela primeira vez em 1972, nos Estados Unidos (FLETCHER et al., 2015), o termo BMP representa um conjunto planejado de ações na bacia com o objetivo de tratar o escoamento de águas pluviais e/ou mitigar os impactos da urbanização (ATLANTA REGIONAL COMISSION, 2001), com objetivo geral de prevenção da poluição e melhoria ambiental e da qualidade de vida urbana, pela adoção de medidas estruturais e não estruturais, como manutenção eficiente e preventiva, por exemplo (FLETCHER et al., 2015).

- Desenvolvimento de Baixo Impacto, do original em inglês Low Impact Development (LID): Utilizado pela primeira vez em 1977, nos Estados Unidos (FLETCHER et al., 2015), o termo representa uma abordagem que se aplica no planejamento de novos sistemas de forma integrada ao desenvolvimento do projeto arquitetônico, paisagístico, viário, entre outros (CANHOLI, 2015) e cujas soluções buscam criar uma “paisagem funcional” capaz de simular as funções de infiltração e armazenamento da bacia pré-urbanizada, através de medidas como a minimização de áreas impermeáveis, o controle do escoamento na fonte e o aumento dos caminhos de escoamento (COFFMAN et al., 1998).

- Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável, do original em inglês Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS): Utilizado pela primeira vez em 1997, na Escócia/Inglaterra (FLETCHER et al., 2015), o termo SUDS representa um conjunto de técnicas e tecnologias que podem ser adotadas em nível de planejamento e de reabilitação (MORA, 2017), com o objetivo de minimizar os impactos decorrentes da qualidade/quantidade do escoamento superficial e maximizar aspectos de revitalização urbana, utilidade pública e biodiversidade (WOODS-BALLARD et al., 2015). Dentre os elementos básicos de projetos SUDS, pode-se

citar a adaptação de áreas livres como jardins e praças em espaços multifuncionais que ajudam no gerenciamento do escoamento, além da instalação de telhados verdes, pavimentos permeáveis, jardins de chuva e bacias de infiltração, retenção e detenção, entre outros.

- **Desenvolvimento Urbano Sensível a Água**, do original em inglês, *Water Sensitive Urban Design (WSUD)*: Utilizado pela primeira vez em 1990, na Austrália (FLETCHER et al., 2015), o termo WSUD representa uma abordagem que considera a água no processo de planejamento urbano e desenho da paisagem, favorecendo, uma maior aproximação e convívio entre a população e o ambiente natural. Desta forma, o WSUD é um conceito interdisciplinar que integra as ciências sociais e físicas (WONG, 2006). Rodríguez et al. (2014), consideram que esse conceito vai além dos SUDS, pois incorpora uma série de critérios gerais que auxiliam no planejamento de uma ocupação do solo mais sustentável, de acordo com os processos hidrológicos, mas também considerando aspectos legais, institucionais, econômicos e de aceitação social.

- **Infraestrutura Verde**, do original em inglês *Green Infrastructure (GI)*: Utilizado pela primeira vez nos anos 90, nos Estados Unidos (FLETCHER et al., 2015) o termo GI pode ser definido como um sistema interconectado de espaços verdes que preserva os valores e funções de ecossistemas naturais e fornecem benefícios para a população (BENEDICT e MACMAHON, 2006), sendo constituído por espaços vegetados, arborizados e permeáveis, públicos ou privados que, interconectados, reestruturam a paisagem (LOURENÇO, 2022). Quando associados à presença de corpos d'água, o termo, mais recentemente, vem ganhando o nome de infraestrutura verde-azul (*Blue-Green Infrastructure – BGI*).

O

Quadro 4 exemplifica e detalha alguns dispositivos de drenagem que podem ser adotados dentro do conceito de sustentabilidade presente nessas abordagens.



Pavimentos permeáveis: Aparecem como alternativa ao uso de superfícies impermeáveis tradicionais, como asfalto e concreto, proporcionando um aumento da infiltração. Podem ser utilizados em calçadas, estacionamentos, quadras esportivas e, até mesmo, no interior dos lotes.



Telhado Verde: Toda cobertura ou telhado que agrega em sua composição uma camada de solo ou substrato, e outra de vegetação. Sua principal função é reduzir o percentual de superfícies impermeáveis, diminuindo, assim, o escoamento superficial.



Vala de Infiltração: Dispositivos de drenagem lateral, frequentemente empregados paralelos às ruas, estradas, estacionamentos e conjuntos habitacionais, entre outros. Concentram o fluxo das áreas próximas e propiciam condições para uma infiltração ao longo do seu comprimento. São adaptáveis a uma série de projetos e locais, no entanto, tem sua implantação mais indicada em áreas com declividade baixa ou média, por permitirem um escoamento mais lento e maior capacidade de infiltração.



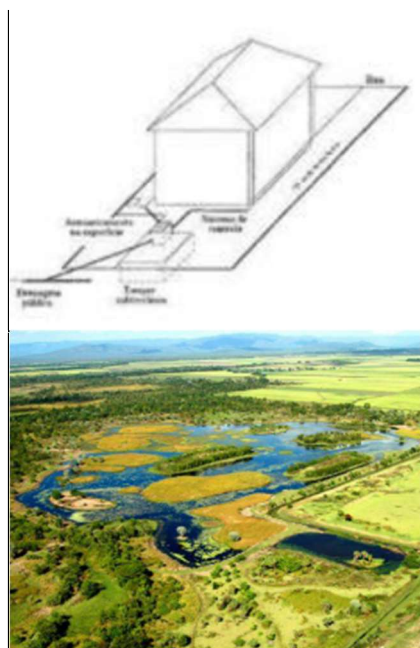
Trincheira de Infiltração: Valetas preenchidas com seixos envolvidos por um filtro geotêxtil, recebendo mais uma camada de seixos, formando uma superfície drenante. Tem como principal função armazenar a água por tempo suficiente para que ocorra a infiltração no solo.



Bacias de Retenção: Detém temporariamente parte do volume da cheia. São originalmente secos, acumulando água apenas durante o período de cheias e esvaziam em um momento posterior.



Bacias de Retenção: Dimensionadas para manter uma lâmina d'água, principalmente, como forma de evitar a ocupação indevida da área. Como desvantagem, esse tipo de reservatório tende a ter menor capacidade de amortecimento. Tende a ser mais adequado para o controle da qualidade da água.



Reservatórios de Lote: “Pequenos” reservatórios de retenção em lotes urbanizados, que, em conjunto, buscam restaurar as condições de escoamento de pré-desenvolvimento da bacia. São uma oportunidade para o aproveitamento da água da chuva.

Wetlands: Sistemas projetados constituídos por lagoas ou canais artificiais que abrigam plantas aquáticas. Simulam ecossistemas naturais, de forma que seus mecanismos ecológicos são controlados por meio de princípios técnicos, com vistas a promover a melhoria da qualidade da água, principalmente. Podem também ser naturais, que ficam inundados permanente ou sazonalmente, criando habitats para plantas aquáticas e condições que promovem o desenvolvimento de solos hidromórficos.

Quadro 4 – Exemplos de Dispositivos de Drenagem Sustentável
Fonte: (LOURENÇO, 2013, 2022), adaptado pela Autora

Vale observar que as abordagens de drenagem sustentável supracitadas se enquadram como instrumento para a concretização dos objetivos 6, 11 e 13, dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, através da Agenda 30 (GUTIERREZ e RAMOS, 2019). A Figura 6 apresenta os 17 objetivos estabelecidos pela ONU, que representam os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo. Esses objetivos são acompanhados de 169 metas que orientam o alcance dos mesmos.



Figura 6 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU – Agenda 30
Fonte: (GUTIERREZ e RAMOS, 2019)

A descrição completa dos Objetivos 6, 11 e 13, e respectivas metas que podem ser alcançadas através da aplicação das abordagens de drenagem sustentável, são apresentadas no

Quadro 5.

ODS	Descrição	Meta
	Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.	Meta 6.b: Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.
	Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.	Meta 11.b: Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis.
	Tomar medidas urgentes para combater mudança do clima e seus impactos.	Meta 13.2: Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

Quadro 5 – ODS e respectivas metas alcançáveis por meio da aplicação de abordagens de drenagem sustentável
Fonte: (GUTIERREZ e RAMOS, 2019)

Sendo assim, é possível dizer que o sistema de drenagem tem um papel importante na análise espacial urbana, uma vez que pode atuar como um sistema de interface entre as demandas naturais (de passagem da cheia) e as necessidades do ambiente construído (de salubridade e segurança), proporcionando um ambiente saudável para seus cidadãos, ao promover o escoamento das águas pluviais pela cidade, de forma controlada. Dito isto, o sistema de drenagem deve ser considerado como um eixo estruturante preliminar no planejamento urbano, atuando na etapa de prevenção e evitando a exposição da população ao risco, bem como a necessidade posterior de implementar ações de mitigação (OLIVEIRA, 2018).

2.5. EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS

Conforme mencionado anteriormente, a análise dos dados demográficos brasileiros permite observar um rápido crescimento populacional urbano nas últimas décadas. O crescimento acelerado associado a ausência de planejamento para suportar essa expansão traz

uma série de problemas para as cidades, dentre os quais se pode citar a favelização, a piora nos índices de saneamento, educação e saúde, entre outros, influenciando diretamente na qualidade de vida dos cidadãos.

Para Moraes e al. (2008), a implantação e administração dos equipamentos urbanos comunitários existentes nas cidades é um dos grandes problemas urbanos contemporâneos. Segundo a Lei federal 6.766/79, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, os equipamentos urbanos compreendem as redes de abastecimento de água, energia elétrica e gás canalizado, redes de drenagem e esgotamento sanitário, além da rede telefônica, constituindo a infraestrutura básica dos parcelamentos urbanos. Já os equipamentos públicos de educação, cultura, saúde, lazer e similares são considerados equipamentos comunitários.

Para Torres (1992), um equipamento urbano comunitário funciona como suporte material para a prestação de serviços básicos de saúde, educação, recreação, esporte, etc. e é constituído por um conjunto de espaços e edifícios cujo uso é predominantemente público. Ainda segundo a autora, a existência desses equipamentos é um fator importante de bem-estar social e de apoio ao desenvolvimento econômico, assim como de ordenação territorial e estruturação dos aglomerados humanos. Dessa forma, a carência desses elementos evidencia as desigualdades sociais entre áreas urbanas.

Na maior parte das cidades brasileiras, as regiões que atraem a atenção dos planejadores acabam por ser mais beneficiadas pelos serviços públicos, tendo uma participação desproporcional dos orçamentos locais para ela direcionados, o que acaba por contribuir para a manutenção da segregação socioespacial, característica marcante destas cidades (BRASIL, 2010). A gestão das áreas públicas, planejando o espaço urbano, redistribuindo as áreas institucionais e equipamentos comunitários para garantir o acesso de toda a população aos bens e serviços fornecidos por eles é de responsabilidade do município (BATISTA et al., 2011). Como forma de atender a esses preceitos, o governo brasileiro instituiu a lei 10.257 de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade, que dispõe sobre os instrumentos que o gestor municipal pode fazer uso para que seja alcançada a função social da propriedade urbana, para que a cidade seja participativa, incluyente e acessível a todos os habitantes. Dentre esses instrumentos, cita a oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e às características locais.

A lei federal 6.766/79 / lei n. 9.785/99, quando discorre sobre os requisitos urbanísticos para loteamento, menciona que as áreas destinadas aos equipamentos urbanos deverão ser proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo plano diretor ou aprovada por lei

municipal para a zona em que se situem. No entanto, em muitos planos diretores municipais nota-se a ausência de normas urbanísticas concretas para implantação desses equipamentos. O que se observa na prática é que os planos diretores muitas vezes seguem modelos de planos diretores de outras cidades e pouco consideram à realidade local para implantação de equipamentos urbanos comunitários, conceituando-os apenas, sem, contudo, expor critérios quanto ao seu dimensionamento e localização (DREUX, 2004).

Neste contexto, um critério importante a ser considerado quando do dimensionamento e localização destes equipamentos é o alcance dos serviços por eles prestados, que se pode traduzir em raios de influência. No Brasil, Ferrari (1977), Santos (1988), Guimarães (2004) e Gouvêa (2008) se destacam no estudo de metodologias de determinação da capacidade dos raios de abrangência e acessibilidade dos equipamentos comunitários, e defendem que o dimensionamento de tais equipamentos deve considerar o índice de metro quadrado de construção, o número de usuário/habitante do entorno, a distância a ser percorrida a pé e a facilidade de deslocamento por transporte coletivo (BATISTA et al., 2011). Embora os autores citados apontem métodos para dimensionamento de alguns equipamentos urbanos comunitários, nota-se que, no Brasil ainda há uma carência de sistematização em forma de norma ou instrução técnica detalhada que regulamenta o planejamento urbano desses equipamentos (NEVES, 2015).

Alguns países já possuem regulamentações específicas para o planejamento de equipamentos comunitários. Colaço (2011), por exemplo, compara os critérios para programação e localização de equipamentos comunitários de saúde em diferentes países como Portugal, França, Finlândia, Estados Unidos da América e Austrália. Segundo Neves (2015), o México e diversas cidades com elevado controle de planejamento urbano como Hong Kong e Abu Dhabi também apresentam guias para planejamento e implantação desses equipamentos.

O planejamento da locação dos equipamentos comunitários, para que sejam acessíveis, favorece a sustentabilidade urbana à medida que potencializa a autonomia dos espaços urbanos, minimizando deslocamentos e incentivando interações socioespaciais (NEVES, 2015). Segundo Nahas et al. (2006), a acessibilidade a uma dada oferta de serviço, decresce como tempo de deslocamento, que por sua vez está diretamente relacionado com a distância a ser percorrida. Em outras palavras, a acessibilidade ao equipamento comunitário, pode ser entendida como a proximidade, em termos de localização, de que esse equipamento está de sua demanda ou usuário.

Nessa linha, o Guia de Sustentabilidade da Caixa Econômica Federal (2010) tem como um dos critérios de avaliação da qualidade de entorno para habitações mais sustentáveis à existência e distância de equipamentos urbanos comunitários de saúde, lazer e educação. Outro guia de referência, o Leadership in Energy and Environmental Design, ou Liderança em Projeto Energético e Ambiental (LEED, 2009) para bairros sustentáveis, se baseia no conceito de unidade de vizinhança de Clarence Perry de 1929, que parte da premissa que as cidades deveriam ser estruturadas em termos de pequenas unidades residenciais definidas em torno de uma escola primária, com população suficiente para justificar a respectiva existência. Camacho et al., (2011) citam ainda outros indicadores de sustentabilidade urbana que recomendam a necessidade de se considerar os equipamentos urbanos para garantir a qualidade socioambiental nos espaços urbanos: HQE²R; GEO Cidades: Indicadores Ambientais Urbanos; e ZED. Lima (2004) coloca ainda que um ambiente urbano mais sustentável passa pelo equilíbrio socioeconômico, que compreende as questões relativas a emprego, desemprego e renda mínima.

Vale observar que certas características do território como a sua topografia ou a sua susceptibilidade a catástrofes naturais também devem influenciar na determinação da escolha do local de implantação do equipamento. Neste contexto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), revelam-se como uma ferramenta de extrema importância para a resolução de questões relacionadas com o ordenamento e planejamento do território pois permitem a conjugação de diversos fatores, assim como a obtenção de resultados gráficos de fácil interpretação e manipulação.

2.6. A CIDADE COMO UM SISTEMA COMPLEXO

Segundo Capra (1996) apud Carvalho (2015), na visão sistêmica, as propriedades essenciais de um organismo ou sistema são propriedades do todo, que nenhuma das partes possui. Elas surgem das interações e das relações entre as partes e, embora se possa discernir partes individuais em qualquer sistema, essas partes não são isoladas e a natureza do todo é sempre diferente da soma de suas partes. Sendo assim, um sistema complexo pode ser entendido como um arranjo de elementos heterogêneos interconectados cujo desempenho conjunto é diferente da soma do desempenho de seus componentes individuais. A Figura 7 ilustra a dinâmica de retroalimentação entre a estrutura global do sistema e as interações locais entre seus componentes.

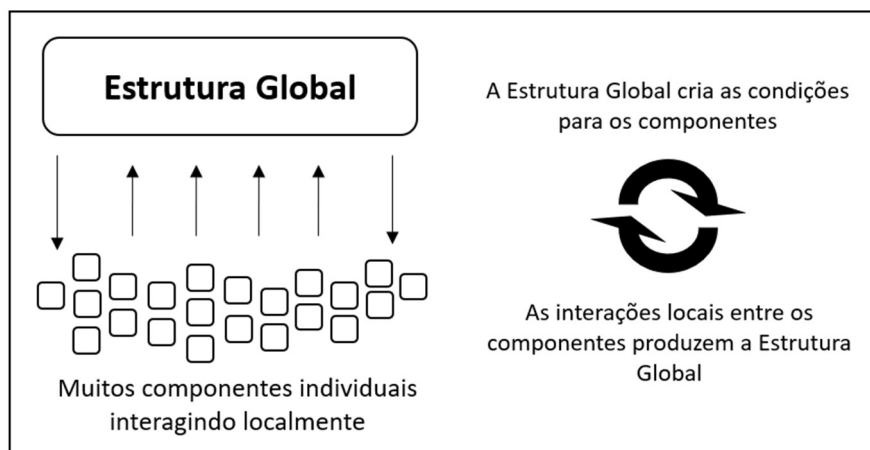


Figura 7 – Dinâmica dos Sistemas Complexos
 Fonte: Pallazo (2004), adaptado pela Autora

Segundo Carvalho (2015), a estrutura global pode ser definida como a rede de todos os relacionamentos locais, que é produzida e mantida em um dado momento pelo total de interações que ocorrem neste momento. Cada um e, ao mesmo tempo, todos os componentes do sistema interagem com seus vizinhos imediatos, modificando a estrutura global. Uma vez que cada componente responde à estrutura global, o comportamento de cada indivíduo é determinado pelo todo. Ao mesmo tempo, a resposta independente de todos os componentes em um dado momento produz o todo do momento seguinte.

Neste contexto, alguns autores sugerem uma abordagem sistêmica para analisar as cidades, considerando que as mesmas são compostas por diferentes elementos interconectados, como população, empresas, infraestruturas públicas, habitações e redes de serviço (LHOMME et al., 2010). Cada um desses elementos pode ser entendido como um subsistema que, essencialmente, também se constitui num sistema complexo. Assim, alterações locais num subsistema são capazes de produzir uma reação em cadeia que, em última instância, mudará globalmente o sistema urbano. Nesse sistema, a capacidade de fornecer um ambiente seguro para seus cidadãos e um suporte eficiente para suas atividades é o que determina o poder e a influência das cidades (LHOMME et al., 2013).

Tadi e Manesh (2014), em sua metodologia para a transformação de áreas urbanas existentes em uma configuração mais sustentável, consideram a cidade como um Sistema Adaptativo Complexo (*Complex Adaptive System* – CAS). O CAS é um caso particular de sistema complexo, cujos agentes têm a capacidade de aprender com experiências anteriores, adaptando-se para melhorar seu desempenho em resposta a novas restrições.

Observe-se que a realidade urbana complexa muitas vezes dificulta a compreensão do todo. Neste contexto, Rossi et al. (2018) defendem que a observação do território por camadas

analíticas permite a evidência de realidades da região estudada que não seriam diretamente percebidas no todo, pela sua complexidade. A análise isolada de camadas é sim válida e necessária para possibilitar uma análise sistêmica, mas não é suficiente para propor soluções holísticas para os problemas das cidades sem que se considerem suas interações. Considerando que as cidades são sistemas complexos e obedecem a dinâmica supracitada, pode-se entender que qualquer transformação local no ambiente físico da cidade deve ser analisada de maneira sistêmica, uma vez que as interações locais entre os componentes da cidade são capazes de propagar o seu impacto para o sistema global.

O Arquiteto Paisagista Norte-Americano Ian McHarg, em seu livro “Design With Nature”, publicado em 1969, por exemplo, foi pioneiro na apresentação e exemplificação do conceito de sobreposição gráfica (*overlays*), que mais tarde viria a ser desenvolvido com vista à criação dos Sistemas de Informação Geográfica (Castel-Branco e Steinitz, 2011; Herrington, 2010; Magalhães, 2001; Steinitz, 2008 apud Freitas, 2014). A sobreposição de mapas era algo comum para os geógrafos, mas MacHarg foi um dos primeiros a insistir na sobreposição de mapas de diversos temas na mesma escala, além de exemplificar o método, de modo a torná-lo mais facilmente replicável: em seu livro, apresentou um estudo de caso para a integração de duas rodovias, no qual considerou mapas temáticos com características valorizadas tanto pelos engenheiros projetistas quanto pela comunidade local, de modo a identificar as áreas mais propícias para a instalação da rodovia de integração. Os mapas de cada tema apresentavam 3 escalas de cores, mais escura para as áreas menos propícias e mais clara para áreas mais propícias. Cada mapa temático originou uma transparência e a sobreposição de todas elas permitiu visualizar a melhor área para implementar a obra.

2.7. GEOPROCESSAMENTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

Segundo Cordovez (2002), historicamente, a gestão municipal fundou-se no levantamento, processamento e análise de dados e informações exclusivamente alfanuméricos. Questões do tipo “quanto?”, “como?” e “quando?” eram corriqueiras e as tomadas de decisão se baseavam na análise de informações representadas em gráficos estatísticos como curvas, histogramas, diagramas de barras e de pizza. Porém, os problemas com que uma Prefeitura tem de lidar ocorrem em determinado lugar e as ações que tendem a resolver esses problemas devem ser ali executadas, sob pena de desperdiçar os recursos públicos. Assim, a pergunta “onde?”, também deve ser respondida e o geoprocessamento veio, justamente, auxiliar na localização geográfica das informações alfanuméricas. O célebre exemplo do Dr. Snow que, em 1854,

controlou uma epidemia de cólera em Londres através do mapeamento dos óbitos, descobrindo sua concentração em torno de um determinado poço e mandando vedá-lo, é considerada uma das primeiras aplicações do geoprocessamento e ilustra bem o poder explicativo da análise espacial na tomada de decisão (DRUCK et al., 2004). A Figura 8 ilustra essa aplicação.



Figura 8 – Mapa do bairro londrino Soho, com poços de água (cruzes) e óbitos por cólera (por pontos). Poço lacrado identificado em vermelho
Fonte: Druck et al (2004), adaptado pela Autora

O termo Geoprocessamento representa a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas, e vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional (CÂMARA e DAVIS, 2000). Essas informações são manipuladas em softwares próprios para o trabalho de análise espacial, com o objetivo de gerar informações espaciais georreferenciadas, isto é, localizadas na superfície terrestre e representadas numa projeção cartográfica. Ao conjunto de softwares, hardware, grupos de usuários e informações espaciais, atribui-se o nome de Sistema de Informação Geográfica (SIG) (STROHAECKER et al., 2015). A Figura 9 exemplifica as

componentes de um SIG: informações sobre o mundo real, integradas em um banco de dados digital contendo elementos espaciais e não-espaciais, que em conjunto com um software especializado e hardware adequado permite ao usuário a realização de análises espaciais complexas, capazes de contribuir para a solução de problemas em diversas áreas.

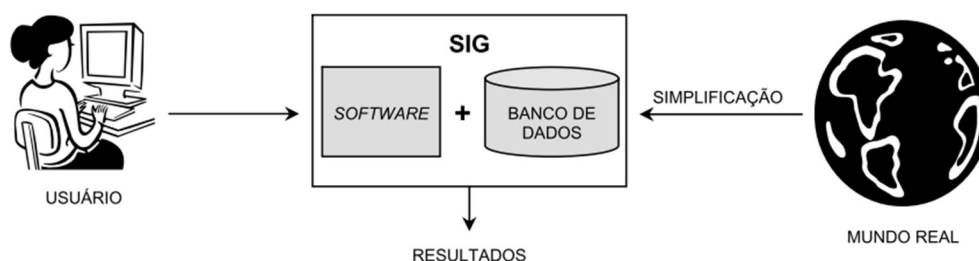


Figura 9 – Componentes de um SIG
Fonte: Zonensein (2007)

A essência de um SIG está no relacionamento dos dados espaciais com seus atributos (dados descritivos, não-espaciais). Uma das formas de armazenamento dos dados descritivos é através de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Neste formato, os dados são organizados em tabelas, onde as linhas correspondem aos dados e as colunas correspondem aos atributos (CÂMARA e MEDEIROS, 1998), conforme exemplo na Figura 10. Segundo Davis Jr. (1996), num Banco de Dados Geográfico Relacional (BDGR), os diversos arquivos são ligados entre si de forma analógica, ou seja, cada arquivo (ou tabela) contém diversos campos (ou colunas) e, para se relacionar com outro arquivo, basta que este novo arquivo tenha também um desses campos. Por exemplo, num arquivo de proprietários, existirá um campo "código do proprietário". Noutro arquivo de lotes deverá existir também o campo "código do proprietário", para que essas duas tabelas sejam relacionáveis.

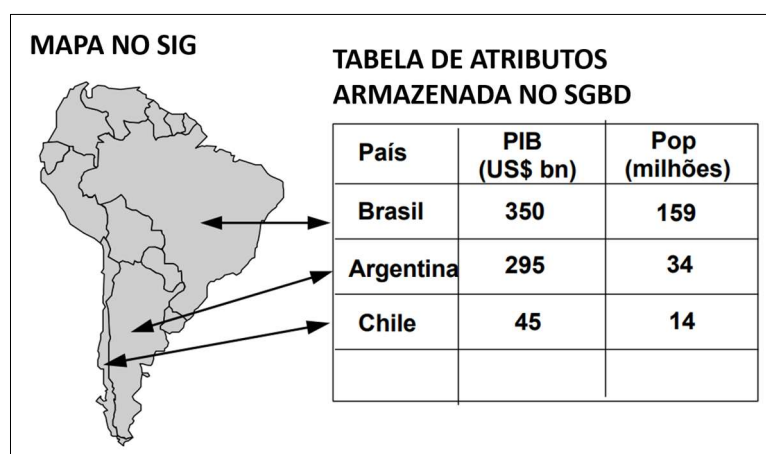


Figura 10 – Ilustração do relacionamento de um mapa visualizado num SIG e respectiva tabela de atributos armazenada num SGBD

Fonte: Câmara e Medeiros, 1998, adaptada pela autora

As informações disponíveis na forma de dados geográficos digitais são organizadas em categorias e cada categoria é representada por uma camada (*layer*). Cada camada, é constituída por um conjunto de informações espaciais e atributos, que permanecem armazenados no banco de dados e disponíveis para serem selecionados e invocados nos mapas visíveis, de acordo com a demanda. O usuário pode então sobrepor diferentes combinações de camadas, em função de seu interesse ou objetivo, produzindo um mapa composto (MAANTAY e ZIEGLER, 2006). A Figura 11 ilustra o conceito de estruturação de informações por camadas, utilizada pelos SIGs.

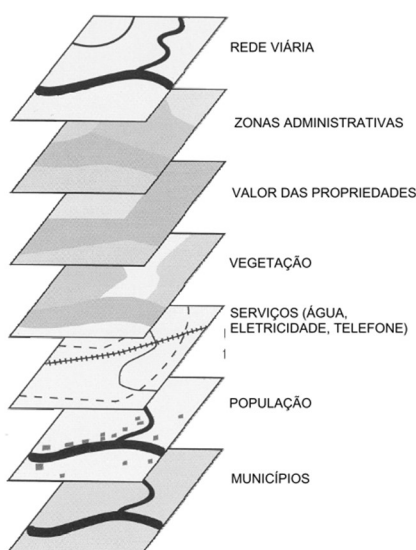
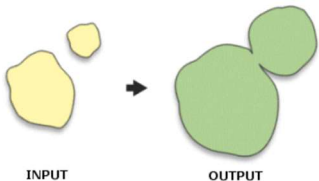
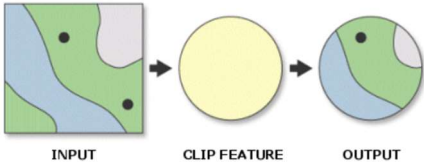
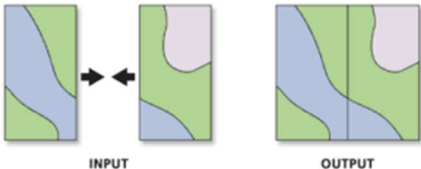
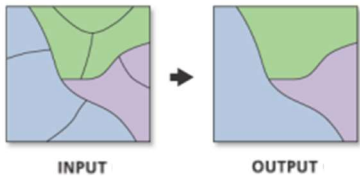
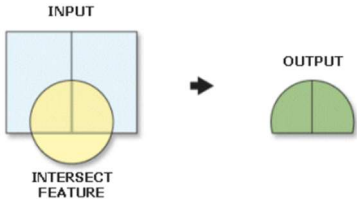


Figura 11 – Conceito de estruturação de informações por camadas
Fonte: Zonensein (2007)

Um dos principais softwares de SIG disponíveis no mercado é o ArcGIS, criado em 1999 pela empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute) e que, ainda hoje, constitui a plataforma de SIG mais utilizada por profissionais de geoprocessamento e sensoriamento remoto em todo o mundo, por gerar resultados de excelência para diversas finalidades e possuir uma interface intuitiva e uma extensa comunidade de usuários. A licença para utilização do software é paga, mas é possível usufruir de uma versão teste para estudantes e profissionais. Outro software bastante utilizado é o QGIS, desenvolvido por Gary Sherman em 2002, e que teve sua primeira versão lançada em 2009. Comparativamente ao ArcGIS, apresenta funcionalidades similares, mas tem a vantagem de ser gratuito, funcionar em multiplataformas e possuir código aberto, o que contribuiu para seu crescimento por meio de uma comunidade de desenvolvedores voluntários, que mantém o programa sempre atualizado.

O Quadro 6 apresenta algumas das principais ferramentas de geoprocessamento disponíveis nos softwares SIG. Como referência, foi utilizada a nomenclatura das mesmas conforme existem no ArcGIS.

Ferramentas	Descrição	Exemplo
Buffer	"Analysis tool" utilizada para calcular proximidade, ao criar uma zona em torno de uma feição em unidades de distância ou tempo;	
Clip	"Analysis tool" utilizada para cortar uma feição e seus atributos com base no limite de um polígono;	
Merge	"Data Management tool" utilizada para combinar múltiplas feições de um mesmo tipo (ponto, linha ou polígono) numa única feição.	
Dissolve	"Data Management tool" utilizada para unificar feições com base em atributos em comum. Muito utilizada para simplificar bases de dados.	
Erase	"Analysis tool" utilizada para apagar parte de uma feição e seus atributos com base no limite de um polígono;	
Intersect	"Analysis tool" utilizada para criar uma nova feição com base na interseção de outras duas ou mais feições;	
Union	"Analysis tool" utilizada para combinar múltiplas feições (somente de polígonos) numa única feição.	

Quadro 6 – Principais ferramentas de geoprocessamento disponíveis nos softwares SIG
 Fonte: (ESRI, 2008), adaptado pela Autora

Melo et al., 2016 observam que apesar de, a princípio, ter sido desenvolvido para auxiliar na gestão de dados censitários e recursos naturais, em pouco tempo o SIG se tornou

uma ferramenta indispensável para o planejamento e monitoramento territorial em diversas outras áreas, conforme ilustrado na Figura 12. Neste contexto, os autores citam uma análise cientométrica realizada por Wang et al. (2008), das publicações envolvendo a temática SIG até o ano de 2006, na qual constatou-se a existência de mais de 208.000 publicações envolvendo a temática.

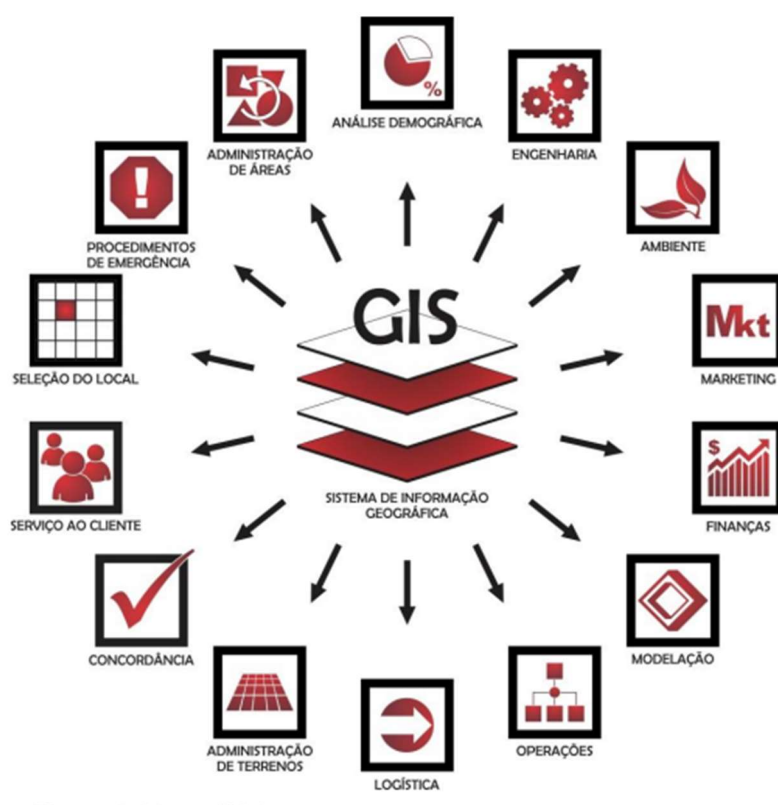


Figura 12 – Diversidade de áreas de atuação que utilizam os Sistemas de Informação Geográfica
Fonte: Melo et al., 2016

No estágio atual das tecnologias e na busca da modernização administrativa, a utilidade do geoprocessamento como ferramenta fundamental na gestão pública não pode mais ser contestada. A discussão centra-se em questões sobre quando começar a implantá-lo e como fazê-lo, especialmente considerando os custos envolvidos e o retorno do investimento, que nem sempre aparece de forma explícita ou imediata (CORDOVEZ, 2002). Vale observar, ainda, que o geoprocessamento, em conjunto com a Internet, permite disponibilizar ao cidadão comum informações atualizadas e facilmente interpretáveis, pelo fato de serem geograficamente localizadas, cumprindo ainda com o princípio de transparência que deve nortear qualquer administração democrática.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo será proposta uma metodologia para avaliar a magnitude e espacialização do efeito cascata causado pelas inundações sobre a oferta de funções urbanas, com base num procedimento de contagem de funções urbanas disponíveis por unidade territorial, com o auxílio de sistema de informações geográficas. Conforme mencionado anteriormente, por funções urbanas, este trabalho considera os serviços oferecidos para a comunidade pela combinação de equipamentos comunitários de seis temas: saúde; educação; segurança pública, comércio, lazer e mobilidade.

A distribuição e quantificação de serviços urbanos no território de aplicação da metodologia será feita sobre unidades territoriais de 200 x 200 metros, denominadas neste trabalho por “quadrículas”, coincidentes com a grade estatística proposta pelo censo brasileiro (IBGE, 2010). Adicionalmente, considera-se um raio de influência para cada equipamento comunitário, de modo a representar o alcance da função fornecida por ele.

A metodologia proposta considera ainda uma abordagem sistêmica para analisar um determinado território, considerando o mesmo como um sistema adaptativo complexo (CAS), cujo desempenho conjunto de seus elementos heterogêneos interconectados é diferente da soma do desempenho de seus componentes individuais. Desta forma, propõe, inicialmente, a análise individual de diferentes subsistemas ou “camadas” para então analisar a combinação deles. Os subsistemas em questão são o subsistema de funções urbanas pré-determinados e o subsistema de drenagem, indiretamente representado por manchas de inundação simuladas com auxílio de um modelo hidrodinâmico.

O Quadro 7 apresenta a metodologia proposta, composta simplificada por 5 etapas, e respectivas sub-etapas. Vale observar que as etapas 2 e 3 e 4 e 5 consistem no mesmo procedimento, aplicado à cada um dos dois cenários de inundação a serem considerados: O Cenário 0 (C0), representando a situação atual do sistema de drenagem de um determinado CAS; e o Cenário 1 (C1), representando um cenário de projeto para o mesmo CAS, que considera intervenções no sistema de drenagem alinhadas com diretrizes de Sistemas de Drenagem Sustentável, a fim de mitigar inundações.

O resultado de cada uma das etapas consiste num mapa que retrata os subsistemas de funções e de drenagem isolados ou combinados. Além da construção dos mapas, propõe-se ainda o cálculo de indicadores numéricos, que podem ser obtidos pela análise das tabelas de atributos por trás dos mapas. Esses indicadores são sumarizados no Quadro 8.

Etapas	Descrição do Procedimento
1	Estruturação da camada de Funções
I	Delimitar a área de estudo
II	Mapear equipamentos comunitários (representados por pontos)
III	Traçar raios de influência dos equipamentos comunitários
IV	Quantificar raios de influência que permitem oferecer funções em cada quadrícula
V	Assumir escala de cores para faixas de valores
2 e 3	Estruturação da camada de drenagem, indiretamente representada pela mancha de inundação simulada com auxílio de modelo hidrodinâmico (para cenários C0 e C1)
I	Converter lâminas de inundação das células do modelo hidrodinâmico para as quadrículas
II	Assumir escala de cores para faixas de valores
4 e 5	Sobreposição das camadas de Funções e Drenagem (para cenários C0 e C1)
I	Sobrepor os equipamentos comunitários (pontos) com as lâminas de inundação $\geq 0,3$ m
II	Excluir equipamentos (pontos) afetados pela inundação (equipamentos comunitários presentes em quadrículas com alagamentos iguais ou superiores a 0,30 m tornam-se inacessíveis, para fins práticos considerados neste trabalho)
III	Traçar raios de influência dos pontos remanescentes
IV	Quantificar raios de influência remanescentes em cada quadrícula
V	Ajustar o número de funções disponíveis nas quadrículas alagadas para zero (quadrículas alagadas não recebem serviços pela impossibilidade de deslocamento de seus habitantes)
VI	Assumir escala de cores para faixas de valores

Quadro 7 – Descrição das etapas do método proposto

Fonte: TEIXEIRA *et al*, 2020, adaptado pela autora.

Indicadores Primários (unidades) ou Indicadores do Impacto das Ações de Mitigação (%)	Indicadores do Impacto das Inundações (%)
nº de pontos de função não inundados	nº de pontos de função inundados / nº de pontos de função não inundados (sem inundação)
nº de pontos de função inundados	nível total de serviço / nível total de serviço (sem inundação)
intervalo de raios de influência por quadrícula	nº de quadrículas urbanizadas inundadas / nº de quadrículas urbanizadas
nível total de serviço	nº de quadrículas com nível de serviço "ruim" a "muito ruim" / nº de quadrículas urbanizadas
nº de quadrículas urbanizadas	nº de quadrículas com nível de serviço "regular" a "muito bom" / nº de quadrículas urbanizadas
nº de quadrículas urbanizadas inundadas	
nº de quadrículas com nível de serviço "ruim" a "muito ruim"	
nº de quadrículas com nível de serviço "regular" a "muito bom"	

Quadro 8 – Indicadores numéricos propostos

Fonte: TEIXEIRA *et al*, 2020, adaptado pela autora.

Como “Indicadores Primários” esse trabalho propõe uma série de informações que podem ser obtidas a partir da análise individual do mapa de funções e, também, dos mapas obtidos pela sobreposição das camadas de funções e inundação. A razão entre os indicadores primários de cada cenário de inundação com a situação sem inundação permite obter

"Indicadores do Impacto das Inundações", que permitem mensurar o impacto de cada cenário de inundação na oferta de funções urbanas. Por fim "Indicadores do Impacto das Ações de Mitigação" são obtidos pela comparação dos indicadores primários dos dois cenários de inundação, possibilitando mensurar o impacto das ações de mitigação da inundação na performance do CAS e, conseqüentemente, observar o efeito de barreira para a propagação da cascata de efeitos.

Observe-se que o indicador primário "nível total de serviço" proposto, representa um indicador resumo do nível de serviço do CAS como um todo, que pode ser obtido após as etapas 1, 4 e 5. Consiste na soma dos níveis de serviço de cada quadrícula urbanizada do CAS, conforme exemplificado na Figura 15 e sumariza a performance do CAS no quesito oferta de funções urbanas.

Na sequência, cada etapa da metodologia proposta, apresentada no Quadro 7, será detalhada e exemplificada.

3.1. ETAPA 1: ESTRUTURAÇÃO DA CAMADA DE FUNÇÕES URBANAS

Conforme mencionado anteriormente, por funções urbanas esse trabalho considerou os serviços oferecidos à comunidade por uma combinação de equipamentos comunitários (ou estabelecimentos e também as vias públicas) compreendendo seis temas: saúde, educação, segurança pública, comércio, lazer e mobilidade. Com o avanço da tecnologia e a popularização da utilização de SIG, o acesso a esse tipo de informação em base de dados georreferenciadas vem se tornando cada vez mais comum, de forma geral, disponibilizadas pelas prefeituras.

Uma vez mapeados os equipamentos relacionados aos seis temas, deve-se considerar um raio de influência para cada equipamento, de modo a representar o alcance da função fornecida por eles. Os valores adotados basearam-se nos critérios de avaliação LEED para desenvolvimento urbano (LEED, 2009) ou no Plano Diretor da Prefeitura de Goiânia (PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA, 2007), ajustados para múltiplos de 500 m, para fins de padronização (TEIXEIRA et al., 2020). Para alguns equipamentos urbanos, que oferecem serviços de elevada especificidade, considerou-se que sua influência pode ultrapassar os limites do território de estudo, e, portanto, o raio de influência seria "regional". A Tabela 1 apresenta os raios de influência considerados para cada tipo de equipamento comunitário a ser mapeado.

Após a representação gráfica dos raios de influência de cada equipamento, realiza-se

um procedimento de contagem de sua quantidade em cada uma das quadrículas urbanizadas, para determinar o nível de atendimento geral das mesmas pelas funções consideradas. Nesse processo, os raios de influência que não compreendem o centro das células não devem ser contabilizados, na tentativa de reduzir o erro na transferência de informações para as quadrículas. A Figura 13 apresenta um exemplo desta contabilização.

Equipamentos Comunitários	Raios de Influência (m)	Equipamentos Comunitários	Raios de Influência (m)
POR TEMAS		Segurança Pública	
Saúde		Institutos	regional
Hospitais	regional	Corpo de Bombeiros	2.000
Centros Médicos	1.000	Delegacias	2.000
Educação		Comércio	
Universidades	regional	Hipermercados	10.000
Ensino Médio	1.500	Shopping Centers	10.000
Ensino Fundamental	1.000	Ruas Comerciais	5.000
Creches	500	Centros Comerciais	1.000
Mobilidade		Lazer	
Estações de Metrô	1.000	Patrimônio Cultural	regional
Estações de Trem	1.000	Equipamentos Culturais	5.000
Estações de VLT	500	Centros Esportivos	2.000
Pontos de Ônibus	500	Centros Religiosos	2.000
Bicicletários	500	Restaurantes e Bares	1.000

Tabela 1 – Equipamentos comunitários por tema e respectivos raios de influência adotados

Fonte: TEIXEIRA *et al*, 2020, adaptado pela autora.

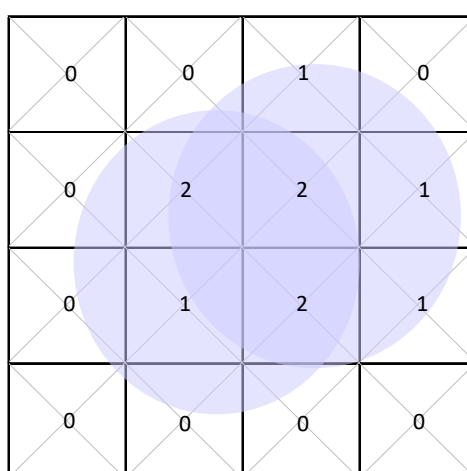


Figura 13 – Contabilização de raios de influência por quadrícula, desconsiderando os raios que não incluam o centro da mesma

Fonte: TEIXEIRA *et al*, 2020.

Na sequência, deve-se estabelecer cinco intervalos de valores entre o número mínimo e

máximo de raios de influência observado em uma quadrícula, na situação atual sem estresse de inundação. Posteriormente, associa-se uma cor distinta à cada um desses intervalos, representando níveis de atendimento (pelas funções urbanas) “muito ruim”, “ruim”, “regular”, “bom” e “muito bom”. Esse procedimento se baliza pelos valores mínimos e máximos locais, não proporcionando resultados absolutos a serem comparados entre bacias. O objetivo é analisar cada bacia separadamente. Se, por decisão do gestor, houver interesse na comparação entre bacias, o valor mínimo e máximo de atendimento, para configuração da escala, devem ser tomados de casos de referência (negativos e positivos, respectivamente).

Os procedimentos para estruturar a camada do sistema de funções urbanas e o nível total de serviço na área de estudo são exemplificados na Figura 14, para um conjunto de equipamentos urbanos hipotético.

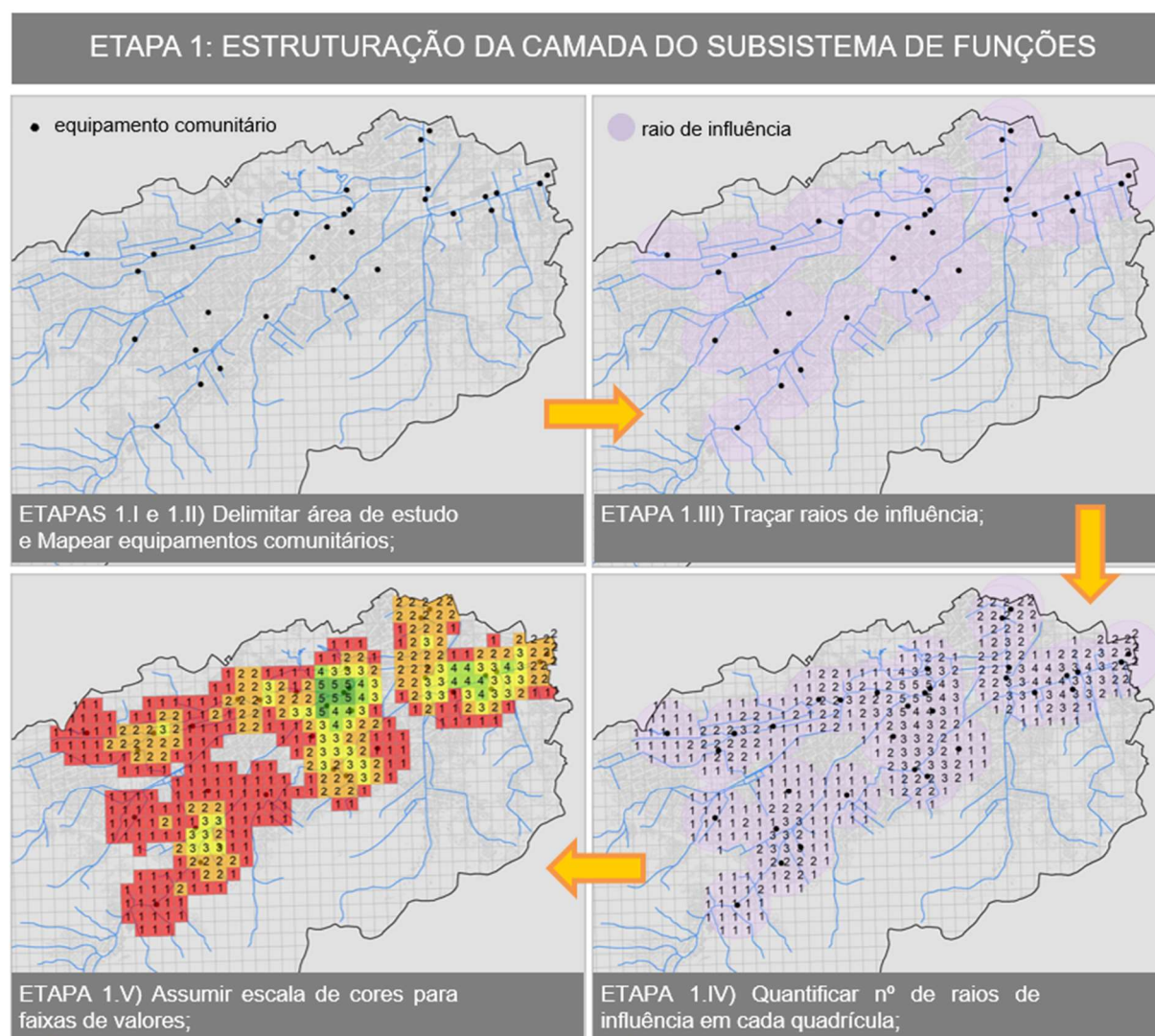


Figura 14 – Exemplo de procedimento de estruturação da camada de funções urbanas – Etapa 1 (I a V)

Fonte: TEIXEIRA *et al.*, 2020, adaptado pela autora.

A Figura 15 representa o procedimento de cálculo do indicador primário “nível total de serviço” proposto, para a mesma situação hipotética considerada na Figura anterior.

Nº DE RAIOS DE INFLUÊNCIA POR QUADRICULA	NÍVEL TOTAL DE SERVIÇO
 0 1 (195 ocorrências) 2 (110 ocorrências) 3 (46 ocorrências) 4 (13 ocorrências) 5 (07 ocorrências)	195 x 1 + 110 x 2 + 46 x 3 + 13 x 4 + 7 x 5 640

Figura 15 – Exemplo do cálculo do indicador primário “nível total de serviço”

Fonte: TEIXEIRA *et al.*, 2020, adaptado pela autora.

Vale observar que o nível de atendimento proposto nesta metodologia considera somente os raios de influência dos equipamentos comunitários e, portanto, a existência de equipamentos em distâncias consideradas aceitáveis, sem, contudo, avaliar se a capacidade de atendimento destes equipamentos é adequada para o número de habitantes sob sua área de influência. Da mesma forma, não garante que pessoas necessariamente se sirvam de suas necessidades nos equipamentos mais próximos a elas, por questões de acesso público ou privado, ou mesmo por preferências individuais – essa ferramenta se dedica, basicamente a mapear os efeitos em cascata e adicionar um critério de decisão na proposta de medidas de mitigação de inundações. Como ferramenta de planejamento urbano, ela serve apenas de alerta para o agravamento da não prestação de serviços frente a um quadro de inundação urbana, não sendo capaz de mapear as questões destacadas, relativas à capacidade e adequação do atendimento das funções estudadas.

3.2. ETAPAS 2 E 3: ESTRUTURAÇÃO DA CAMADA DE DRENAGEM

Para a estruturação da camada que indiretamente representa o sistema de drenagem serão considerados os resultados de simulações realizadas em modelo hidrodinâmico MODCEL (MIGUEZ, 2001; MIGUEZ *et al.*, 2017), considerando uma chuva de projeto com tempo de recorrência de 25 anos, para dois cenários distintos: C0, representando a situação atual do sistema de drenagem, com seus problemas de inundação; e C1, representando o status do

sistema de drenagem após a implementação de um conjunto de intervenções de projeto distribuídas ao longo da bacia hidrográfica. A simulação do conjunto de intervenções de projeto segue a proposta contida na tese de Rezende (2018) e sua análise ou otimização não é objeto desta dissertação.

A saída do software consiste em mapas de inundação da bacia hidrográfica estudada com diferentes lâminas de inundação para cada célula do modelo, delimitadas por condições de similaridade, conforme considerações topográficas e de morfologia urbana. De modo a permitir a superposição da camada de drenagem com a camada de funções, será necessário transferir as lâminas de inundação das células do modelo hidrodinâmico para as quadrículas da grade estatística do IBGE. Essa transferência será realizada com o auxílio do Sistema de Informações Geográficas, considerando a média ponderada das áreas das células do modelo hidrodinâmico e suas respectivas lâminas de inundação presentes em cada quadrícula.

A Figura 16 exemplifica o antes e depois dessa transferência de valores.

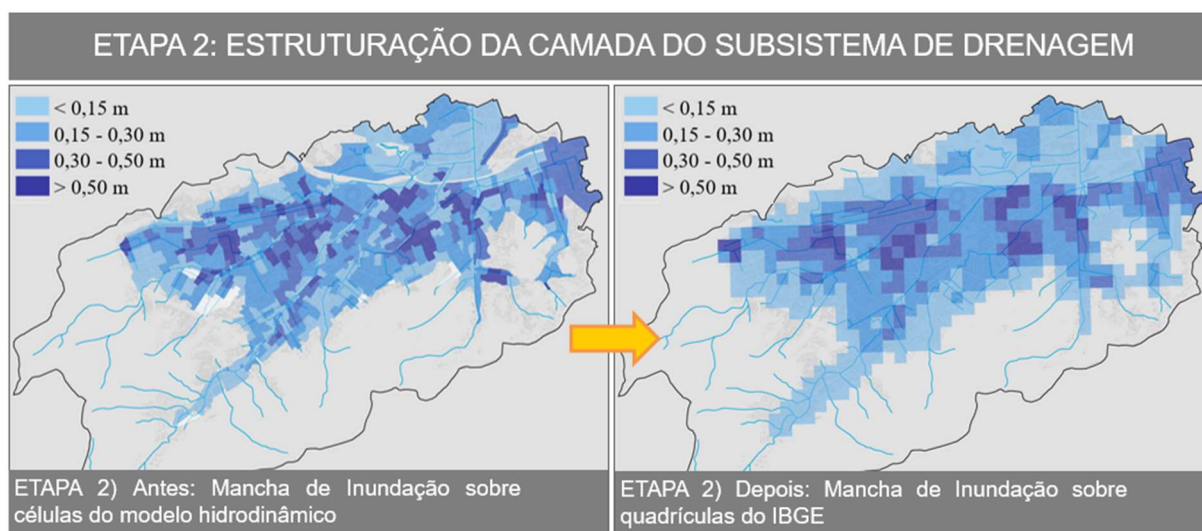


Figura 16 – Conversão das lâminas d'água das células do modelo hidrodinâmico para as células da grade estatística, considerando a situação atual de alagamentos, como exemplo.

Fonte: TEIXEIRA *et al*, 2020, adaptado pela autora.

Conforme mencionado anteriormente, as etapas 2 e 3 consistem no mesmo procedimento, aplicado para cada um dos dois cenários de inundação a serem considerados.

3.3. ETAPAS 4 E 5: SOBREPOSIÇÃO DAS CAMADAS DE FUNÇÕES E DRENAGEM

Ao sobrepor as camadas de Funções e Drenagem, será adotada a premissa que lâminas de inundação iguais ou superiores a 0,30 m comprometem o fornecimento das funções, uma vez que impossibilitam o acesso e a circulação de pessoas e veículos nas quadriculas onde ocorrem. Eventualmente, ônibus ou carros de socorro conseguem ainda vencer a lâmina de 0,30 m, mas esta já começa a se tornar impeditiva para carros de passeio. Neste trabalho, foi considerado que, quando estes carros de passeio param, a maior parte do tráfego para também, pela sua imobilidade. Essas lâminas de inundação não apenas inviabilizam o fornecimento de funções nas quadriculas correspondentes, mas os equipamentos nelas localizados deixam de gerar raios de influência, cascadeando o impacto da inundação para as quadriculas que se encontram em seu raio de influência, mesmo que suas lâminas de inundação sejam inferiores a 0,30 m. Além disso, as próprias quadriculas urbanas alagadas, mesmo não sendo geradoras de função, passam a não ser atendidas, pela impossibilidade de deslocamento de seus habitantes.

Os procedimentos da sobreposição das referidas camadas, a fim de determinar o número de funções urbanas por quadricula e o nível total de serviço na área de estudo em caso de inundação, são exemplificados na Figura 17, para um conjunto de equipamentos comunitários hipotético.

Conforme mencionado anteriormente, as etapas 4 e 5 consistem no mesmo procedimento, aplicado para cada um dos dois cenários de inundação a serem considerados (C0) e (C1).

Para efeito de verificação da metodologia proposta, a mesma será aplicada e testada através de um estudo de caso, apresentado no Capítulo 4 deste trabalho. Assumindo que a bacia hidrográfica é a escala apropriada para o planejamento e projeto, respeitando a dinâmica das águas (OLIVEIRA, 2018), quando da seleção do CAS a ser estudado, buscou-se uma bacia hidrográfica que fosse altamente modificada pelo processo de ocupação urbana e que apresentasse histórico de inundação.

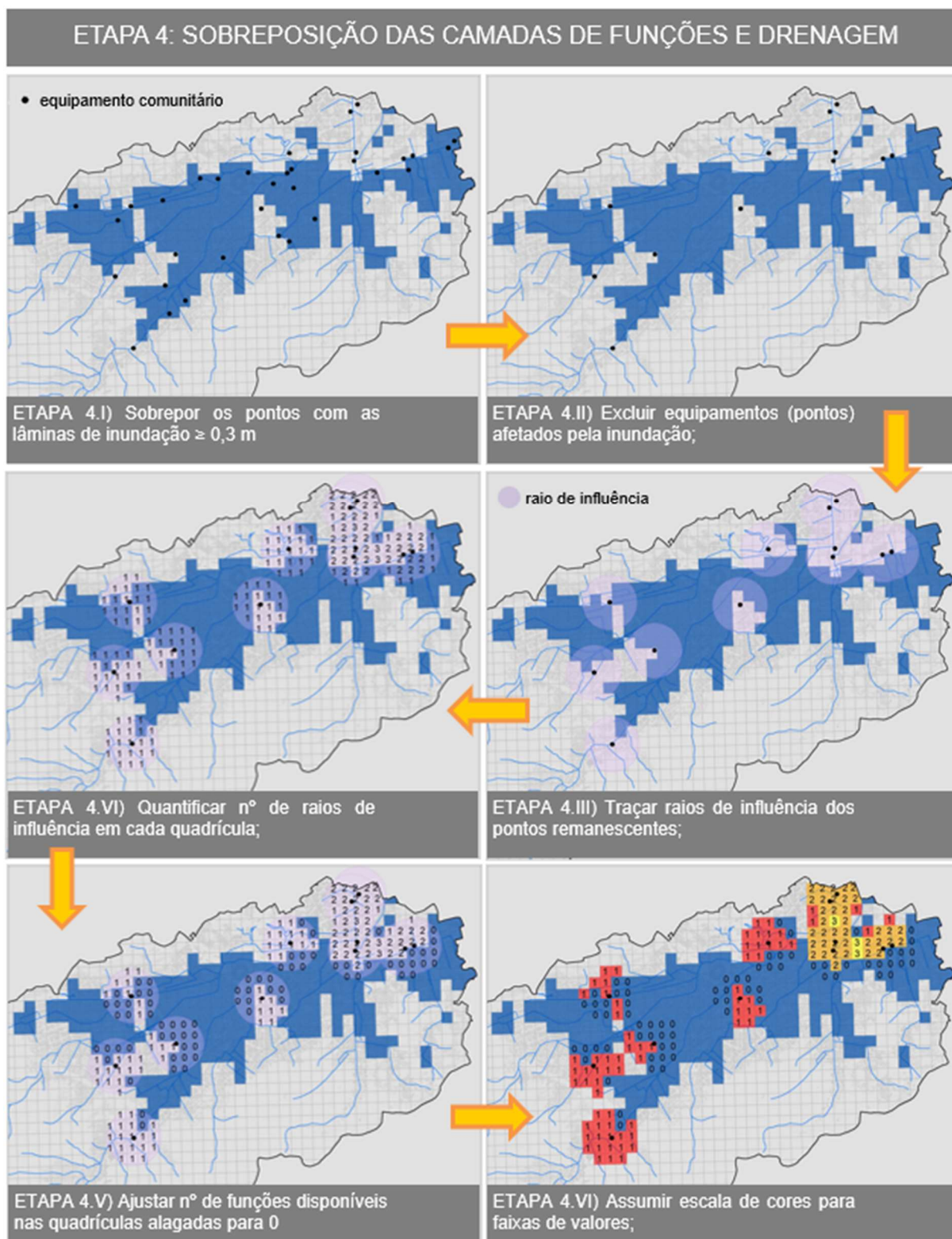


Figura 17 – Exemplo do procedimento da sobreposição das camadas de Funções e Inundação – Etapa 4 (I a .IV)

Fonte: TEIXEIRA *et al*, 2020, adaptado pela autora.

4. ESTUDO DE CASO

O território urbano escolhido como Sistema Adaptativo Complexo (CAS) para aplicação do Estudo de Caso foi a Bacia Hidrográfica do Canal do Manguê, representado na Figura 18. A escolha deu-se pelo fato de a região ser altamente modificada pelo processo de ocupação urbana e por sofrer historicamente com graves problemas de inundação, tendo sido objeto de diversos estudos para mitigação e controle desses eventos, o que facilitou a obtenção dos dados necessários à aplicação da metodologia proposta. Vale ressaltar ainda, a importância geográfica da região, por sua localização entre as zonas central e norte da cidade do Rio de Janeiro e por apresentar eixos viários de relevância para toda a cidade (REZENDE, 2018).

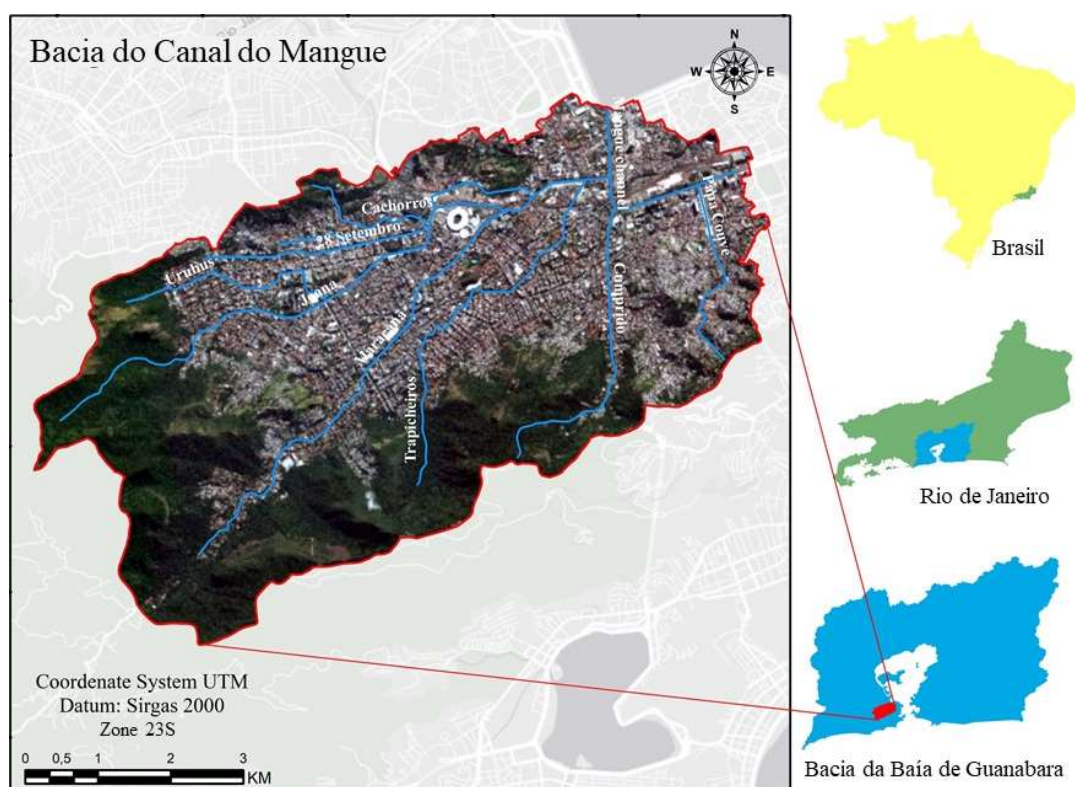


Figura 18 – Localização do Estudo de Caso – Bacia do Canal do Manguê

Fonte: TEIXEIRA *et al*, 2020, adaptada pela autora.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico da Cidade do Rio de Janeiro (PMSB, 2015), a Bacia do Canal do Manguê corresponde a uma área de drenagem de 45,4 km², na zona Norte da cidade do Rio de Janeiro, limitada ao norte pela sub-bacia do Canal do Cunha, a leste pela Baía da Guanabara e a sub-bacia do Centro, e ao sul e oeste pelo maciço da Tijuca. Seus principais cursos d'água são os rios Maracanã, Joana, Trapicheiro, Comprido e Papa-

Couve, os quais têm suas nascentes no Maciço da Tijuca ou na Serra do Engenho Novo, sendo todos eles afluentes do Canal do Mangue, que, por sua vez, deságua na Baía de Guanabara.

A região urbanizada da bacia é caracterizada pelo relevo pouco acidentado, apresentando áreas com declividade quase nula (principalmente nas proximidades do Canal do Mangue), em contraponto às regiões oeste e sudoeste da bacia (onde está localizado o maciço da Tijuca) que apresenta acentuados desníveis. Essa configuração topográfica acaba por dificultar o escoamento nos canais de macrodrenagem submetendo os bairros da Tijuca, Grajaú, Vila Isabel, São Cristóvão, Rio Comprido, Maracanã, Santo Cristo e Cidade Nova a recorrentes eventos de alagamentos e inundações.

Vale observar que, quando sobreposta com a grade estatística do IBGE, a área de estudo compreende um total de 1.179 quadriculas, sendo 814 delas urbanizadas e, portanto, consideradas relevantes quando da quantificação do nível de serviço oferecido pelas funções urbanas. Na Figura 19 é possível visualizar a região de estudo na interface do Sistema de Informação Geográfica utilizado no estudo, o ArcGIS.

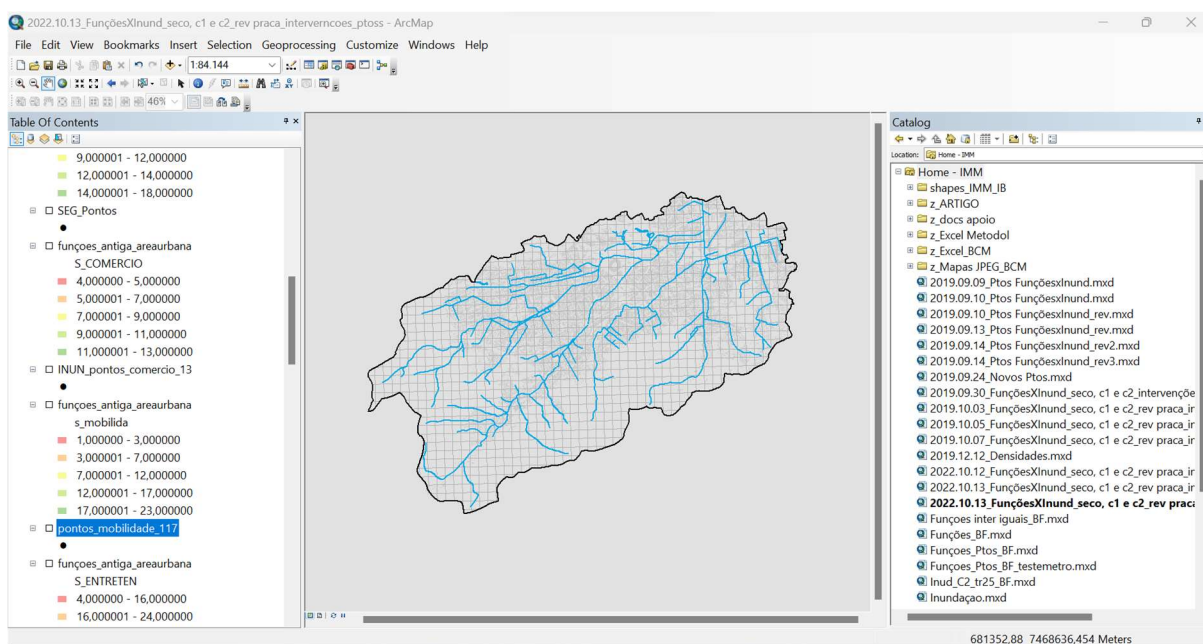


Figura 19 – Região de estudo na interface do ArcGIS

Fonte: A autora.

Na sequência, será detalhada a aplicação da metodologia, etapa por etapa, na área de estudo escolhida.

4.1. ETAPA 1: ESTRUTURAÇÃO DA CAMADA DE FUNÇÕES

Quando da estruturação da camada de funções da Bacia do Canal do Banguê, o portal eletrônico do Instituto Pereira Passos (IPP, 2016) foi a principal base de dados, uma vez que disponibiliza informações georreferenciadas sobre os limites das bacias hidrográficas (que permitiu a delimitação da área de estudo), a hidrografia, as edificações e os equipamentos comunitários (como hospitais e escolas, estações de trem e metrô, instalações esportivas, entre outros). A plataforma supracitada disponibiliza tais informações em arquivos no formato *shapefile*, compatíveis com os Sistemas de Informações Geográficas (SIG). No caso dos equipamentos comunitários, cada um deles é representado por um ponto, a partir dos quais foram traçados os respectivos raios de influência. Como parte dos equipamentos comunitários que se pretendia mapear não existiam dentre os dados oficiais (como pontos de ônibus e estabelecimentos comerciais), foi necessário utilizar o recurso “Meus Mapas” do aplicativo Google para tal. Concluído o mapeamento dos pontos desejados no Google, é possível gerar um arquivo, também em formato *shapefile*, que contém as informações mapeadas. O levantamento de dados, tanto nas plataformas oficiais quanto no Google ocorreram no período de 2015 e 2016.

Vale dizer que não foi feita distinção entre equipamentos públicos e privados. Além disso, para evitar distorções no nível total de serviço e sobrecarga de dados, foi necessário filtrar os pontos mais relevantes de alguns tipos de equipamentos. Com relação aos pontos de ônibus, por exemplo, os mesmos pontos em lados diferentes de uma mesma rua foram mapeados apenas uma vez. Para restaurantes e lojas, foram contabilizados apenas os estabelecimentos que representavam centralidades comerciais, como shopping centers, galerias e ruas comerciais e comércio de médio-grande porte como supermercados, lojas americanas, entre outros. Outra particularidade foi considerada para três das instalações de lazer que, devido à sua relevância cultural para a cidade, foram tratadas como patrimônio histórico: o Sambódromo, onde ocorre o Carnaval, e os estádios Maracanã e Maracanãzinho, onde se realizam eventos esportivos internacionais. Entre os equipamentos de segurança pública, dois deles também foram tratados de forma diferenciada, considerando a especialização do serviço que prestam: o Instituto Médico Legal, que fornece necrópsia e relatórios cadavéricos para a Polícia Científica na área de Medicina Legal, e o Instituto de Criminalística, que presta assistência à Justiça, fornecendo provas técnicas para a instrução de casos criminais.

A

Tabela 2 apresenta a quantidade de equipamentos urbanos mapeada por tema e as Figura

20 a Figura 25 ilustram, total ou parcialmente, as tabelas de atributos por trás dos *shapefiles* de cada tema de equipamentos comunitários, na interface do ArcGIS. Mais detalhes sobre os dados considerados e as ferramentas aplicadas no ArcGIS serão apresentados no Apêndice 1.

Equipamentos Comunitários	Quantidade (un)	Equipamentos Comunitários	Quantidade (un)
TOTAL	400	Segurança Pública	24
Saúde	38	Institutos	2
Hospitais	27	Corpo de Bombeiros	4
Centros Médicos	11	Delegacias	18
Educação	145	Comércio	13
Universidades	8	Hipermercados	1
Ensino Médio	9	Shopping Centers	3
Ensino Fundamental	91	Ruas Comerciais	2
Creches	37	Centros Comerciais	7
Mobilidade	117	Lazer	63
Estações de Metrô	10	Patrimônio Cultural	3
Estações de Trem	5	Equipamentos Culturais	24
Estações de VLT	3	Centros Esportivos	8
Pontos de Ônibus	33	Centros Religiosos	13
Bicicletários	66	Restaurantes e Bares	15

Tabela 2 – Quantidade de equipamentos comunitários mapeados por tema

Fonte: A autora.

Table			
SAUDE_Pontos_Pub_Pri			
FID	Shape *	OID	Name
0	Point ZM	0	Clinicas Reunidas São Victor
1	Point ZM	0	Casa de Saúde Santa Therezinha
2	Point ZM	0	Centro Municipal de Reabilitação Oscar Clark
3	Point ZM	0	UPA - Tijuca
4	Point ZM	0	INCA Unidade Hospitalar IV
5	Point ZM	0	INCA - Instituto Nacional de Câncer
6	Point ZM	0	Hospital Casa Prontocor
7	Point ZM	0	Memorial Saúde
8	Point ZM	0	Hospital Israelita Albert Sabin
9	Point ZM	0	Hospital Doutor Badim
10	Point ZM	0	Hospital da Criança - Prontobaby
11	Point ZM	0	Hospital Quinta D'Or
12	Point ZM	0	Hospital São Vicente de Paula
13	Point ZM	0	Hospital Sírio Libanês Rio
14	Point ZM	0	Hospital Pasteur Unidade Avançada Tijuca
15	Point ZM	0	Hospital São Francisco na Providência de Deus
16	Point ZM	0	Hospital Clínica Grajaú
17	Point ZM	0	Hospital Casa Italiano
18	Point ZM	0	Hostipal Panamericano
19	Point ZM	0	Hospital Casa de Portugal
20	Point ZM	0	laserj Maracanã
21	Point ZM	0	Hospital do Amparo
22	Point ZM	0	Hospital Central do IASERJ
23	Point ZM	0	Hospital São Francisco de Assis
24	Point ZM	0	Hospital da Polícia Militar
25	Point ZM	0	Hospital Central da Aeronáutica
26	Point ZM	0	Hospital Universitário Gaffree Guinle
27	Point ZM	0	Hospital Central Aristarcho Pessoa

Figura 20 – Tabela de Atributos do *shapefile* de Equipamentos Comunitários de Saúde – Bacia do Canal do Manguê

Fonte: A autora.

Table		
EDU_Pontos_Pub_Pri		
FID	Shape *	Name
0	Point ZM	Creche Municipal Tia Maria
1	Point ZM	Colégio Palas
2	Point ZM	Escola Municipal Jornalista Brito Broca
3	Point ZM	Ciep Doutor Antoine Magarinos Torres Filho
4	Point ZM	Creche Municipal Raio de Sol
5	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Borel
6	Point ZM	Creche Municipal Doutor Ronaldo Luiz Gazolla
7	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Dr. Marcelo Candia
8	Point ZM	Creche Municipal Casa Branca - Professor Paulo Freire
9	Point ZM	Colégio dos Santos Anjos
10	Point ZM	Creche Municipal José Marinho de Oliveira
11	Point ZM	Escola Municipal Almirante Barroso
12	Point ZM	Colégio Palas
13	Point ZM	Escola Municipal Barão de Itacurussá
14	Point ZM	Universidade Cândido Mendes
15	Point ZM	Creche Municipal São Sebastião - Arrelia
16	Point ZM	Creche Municipal Winnie Mandela
17	Point ZM	Colégio Palas
18	Point ZM	Escola Municipal Soares Pereira
19	Point ZM	Colégio Batista Shepard
20	Point ZM	Creche Municipal Direitos Humanos
21	Point ZM	Creche Municipal Cantinho do Céu
22	Point ZM	Creche Municipal Nova Divinéia
23	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Anibal Machado
24	Point ZM	Escola Municipal Bombeiro Geraldo Dias
25	Point ZM	Colégio Palas
26	Point ZM	Creche Municipal Galdino Manoel da Silva
27	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Heloisa Marinho
28	Point ZM	Colégio Palas
29	Point ZM	Escola Municipal Prudente de Moraes
30	Point ZM	Creche Municipal Raízes do Salgueiro
31	Point ZM	Escola Municipal Rodrigo Mello Franco Andrade
32	Point ZM	Escola Municipal Eptácio Pessoa
33	Point ZM	CEU - Jardim Escola Pedacinho de Vida
34	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Professora Simone Sousa Pimentel
35	Point ZM	Creche Municipal Sonho Infantil
36	Point ZM	Creche Municipal Papa João Paulo II
37	Point ZM	Creche Municipal Fallet
38	Point ZM	Escola Estadual
39	Point ZM	Escola Municipal Laudimíia Trotta
40	Point ZM	Escola Municipal Afrânio Peixoto
41	Point ZM	Escola Municipal Frei Cassiano
42	Point ZM	Colégio Elza Campos

Figura 21 – Tabela de Atributos do *shapefile* de Equipamentos Comunitários de Educação – Bacia do Canal do Mangue
Fonte: A autora.

Table			
pontos_mobilidade_117			
FID	Shape *	OBJECTID	Nome
0	Point ZM	2	Rodoviária
1	Point ZM	7	Praia Formosa
2	Point ZM	31	São Diogo
3	Point ZM	9677	BC1108 - Bicicletário MetrôRio Estação Uruguai
4	Point ZM	9683	BC1107 - Bicicletário MetrôRio Estação Uruguai
5	Point ZM	9688	BC1109 - Bicicletário Estação São Francisco Xavier
6	Point ZM	9698	BC1110 - Bicicletário Estação Afonso Pena
7	Point ZM	9702	BC1115 - Bicicletário do Edifício General Caldwell
8	Point ZM	9706	BC1123 - Bicicletário SENAI
9	Point ZM	9707	BC1124 - Bicicletário Academia Physical
10	Point ZM	8610	BC0018 - Bicicletário Metrô Estação Estácio
11	Point ZM	8611	BC0019 - Bicicletário Metrô Estação São Francisco Xavier
12	Point ZM	8619	BC0027 - Bicicletário anexo a saída do Metrô Estação Saens Peña
13	Point ZM	8621	BC0029 - Bicicletário do Supermercado Extra
14	Point ZM	8654	BC0065 - Bicicletário Boulevard Rio Shopping
15	Point ZM	8656	BC0067 - Bicicletário Praça Saens Peña
16	Point ZM	8657	BC0068 - Bicicletário Praça Saens Peña
17	Point ZM	8658	BC0069 - Bicicletário Comlurb - Tijuca
18	Point ZM	8679	BC0092 - Bicicletário Shopping Tijuca
19	Point ZM	8682	BC0095 - Supermercado Mundial
20	Point ZM	8708	BC0121 - Bicicletário na Praça Malvino Reis, no Grajaú
21	Point ZM	8721	BC0129 - Bicicletário Universidade Veiga de Almeida
22	Point ZM	8726	BC0139 - Bicicletário Maracanã Isidro de Figueiredo
23	Point ZM	8730	BC0140 - Bicicletário Praça Edmundo Rego
24	Point ZM	8732	BC0141 - Bicicletário Praça Edmundo Rego
25	Point ZM	8742	BC0156 - Bicicletário Centro Administrativo São Sebastião (Prefeitura)

Figura 22 – Tabela de Atributos do *shapefile* de Equipamentos Comunitários de Mobilidade – Bacia do Canal do Manguê
Fonte: A autora.

Table			
SEG_Pontos			
FID	Shape	OID	Name
0	Point ZM	0	UPP Andaraí
1	Point ZM	0	UPP Borel
2	Point ZM	0	UPP Coroa/Fallet/Fogueteiro
3	Point ZM	0	UPP Formiga
4	Point ZM	0	UPP Macacos
5	Point ZM	0	UPP Mangueira
6	Point ZM	0	UPP Salgueiro
7	Point ZM	0	UPP São Carlos
8	Point ZM	0	UPP Turano
9	Point ZM	0	006 DP - Cidade Nova
10	Point ZM	0	017ª DP – São Cristóvão
11	Point ZM	0	018ª DP – Praça da Bandeira
12	Point ZM	0	019ª DP – Tijuca
13	Point ZM	0	020ª DP – Vila Isabel
14	Point ZM	0	Instituto de Criminalística Carlos Éboli - Posto São Cristóvão
15	Point ZM	0	Instituto Médico Legal Afrânio Peixoto
16	Point ZM	0	4º Batalhão De Polícia Militar
17	Point ZM	0	6º Batalhão de Polícia Militar
18	Point ZM	0	DC - Polinter
19	Point ZM	0	DCOD - Delegacia de Combate às Drogas
20	Point ZM	0	11º GBM
21	Point ZM	0	Destacamento 2/11 - Grajaú
22	Point ZM	0	Destacamento 3/11 - Tijuca
23	Point ZM	0	DBM 2/GOCG - Pça da Bandeira

Figura 23 – Tabela de Atributos do *shapefile* de Equipamentos Comunitários de Seg. Pública – Bacia do Canal do Manguê
Fonte: A autora.

Table					
INUN_pontos_comercio_13					
	FID	Shape *	OID	Name	ID_UNICO
	0	Point ZM	0	Galerias + Comércio	200ME61068N87576
	1	Point ZM	0	Mercado Assaí (Atacadista)	200ME61066N87578
	2	Point ZM	0	Centro Comercial Iskye	200ME61074N87582
	3	Point ZM	0	Shopping 45	200ME61076N87584
	4	Point ZM	0	Vitrini da Tijuca	200ME61076N87584
	5	Point ZM	0	Tijuca Off Shopping	200ME61072N87584
	6	Point ZM	0	Rua Barão de Mesquita	200ME61052N87586
	7	Point ZM	0	Shopping Tijuca	200ME61072N87586
	8	Point ZM	0	shopping boulevard	200ME61074N87590
	9	Point ZM	0	Shopping Iguatemi	200ME61058N87590
	10	Point ZM	0	Rua Boulevard 28 de Setembro	200ME61064N87594
	11	Point ZM	0	Shopping Center -> Galeria 258	200ME61064N87594
	12	Point ZM	0	Vila Shopping	200ME61064N87594

Figura 24 – Tabela de Atributos do *shapefile* de Equipamentos Comunitários de Comércio – Bacia do Canal do Manguê
Fonte: A autora.

Table			
pontos_ENTRE_inunda			
	FID	Shape	Name
	0	Point ZM	Santuário São Camilo de Lellis
	1	Point ZM	Unidos da Tijuca
	2	Point ZM	Gremio Recreativo Escola De Samba Educativa Imperio Da Tijuca
	3	Point ZM	Paróquia Nossa Senhora da Conceição
	4	Point ZM	Escola de Samba Flor da Mina do Andaraí
	5	Point ZM	Bares e Lanchonetes
	6	Point ZM	TEATRO MUNICIPAL ANGEL VIANNA
	7	Point ZM	Tijuca Tênis Clube
	8	Point ZM	Primeira Igreja Batista no Andaraí
	9	Point ZM	Igreja Universal do Reino de Deus
	10	Point ZM	Biblioteca Municipal
	11	Point ZM	Shopping 45
	12	Point ZM	Bares Restaurantes e Lanchonetes
	13	Point ZM	SESC
	14	Point ZM	ASBAC-Associação dos Servidores do Banco Central
	15	Point ZM	Igreja Universal do Reino de Deus
	16	Point ZM	Tijuca Off Shopping
	17	Point ZM	La Mole
	18	Point ZM	Restaurantes
	19	Point ZM	Espaço Ciência Viva
	20	Point ZM	Shopping Tijuca
	21	Point ZM	Bares
	22	Point ZM	Centro Cultural Esportivo Recreativo Monte Sinai
	23	Point ZM	Grajaú Country Club
	24	Point ZM	GRES Acadêmicos do Salgueiro
	25	Point ZM	PCRJ SME/ Biblioteca E.M do Grajaú - Clarice LispectorBiblioteca Municipal
	26	Point ZM	Grajaú Tênis Clube
	27	Point ZM	Teatro Municipal Ziembinski
	28	Point ZM	Paróquia São Francisco Xavier
	29	Point ZM	Paróquia São Sebastião
	30	Point ZM	Planalto do Chopp
	31	Point ZM	Shopping Boulevard Rio
	32	Point ZM	Bares e Restaurantes
	33	Point ZM	BOULEVARD SHOPPING CAR
	34	Point ZM	Rua Teodoro da Silva
	35	Point ZM	Churrascaria Estrela do Sul
	36	Point ZM	Bar do Adão
	37	Point ZM	Igreja Universal do Reino de Deus
	38	Point ZM	Restaurante
	39	Point ZM	Associação Atletica Light

Figura 25 – Tabela de Atributos do *shapefile* de Equipamentos Comunitários de Lazer – Bacia do Canal do Manguê
Fonte: A autora.

Uma vez mapeados os equipamentos relacionados aos seis temas (400 pontos), foram representados os respectivos raios de influência, conforme Tabela 1 apresentada no Capítulo 3. Representados os raios de influência, foi realizado o procedimento de contagem de seu número em cada uma das quadrículas urbanizadas, para determinar o nível de atendimento de cada uma delas, pelas funções urbanas, conforme mencionado anteriormente.

Inicialmente, foi construído um mapa de nível de serviço para cada um dos 6 temas considerados. Os mesmos são apresentados nas Figura 26 aFigura 31**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, com a representação dos equipamentos comunitários considerados. Optou-se por não representar os raios de influência traçados nestas figuras pois o volume de informação inviabiliza, em parte, a compreensão dos mapas. Vale observar que a faixa de valores de atendimento difere para cada tema de modo que a mesma cor, nos diferentes mapas, pode não representar o mesmo valor numérico. Independentemente disso, quanto pior o nível de atendimento mais vermelho é o mapa e quanto maior o nível de atendimento, mais verde.

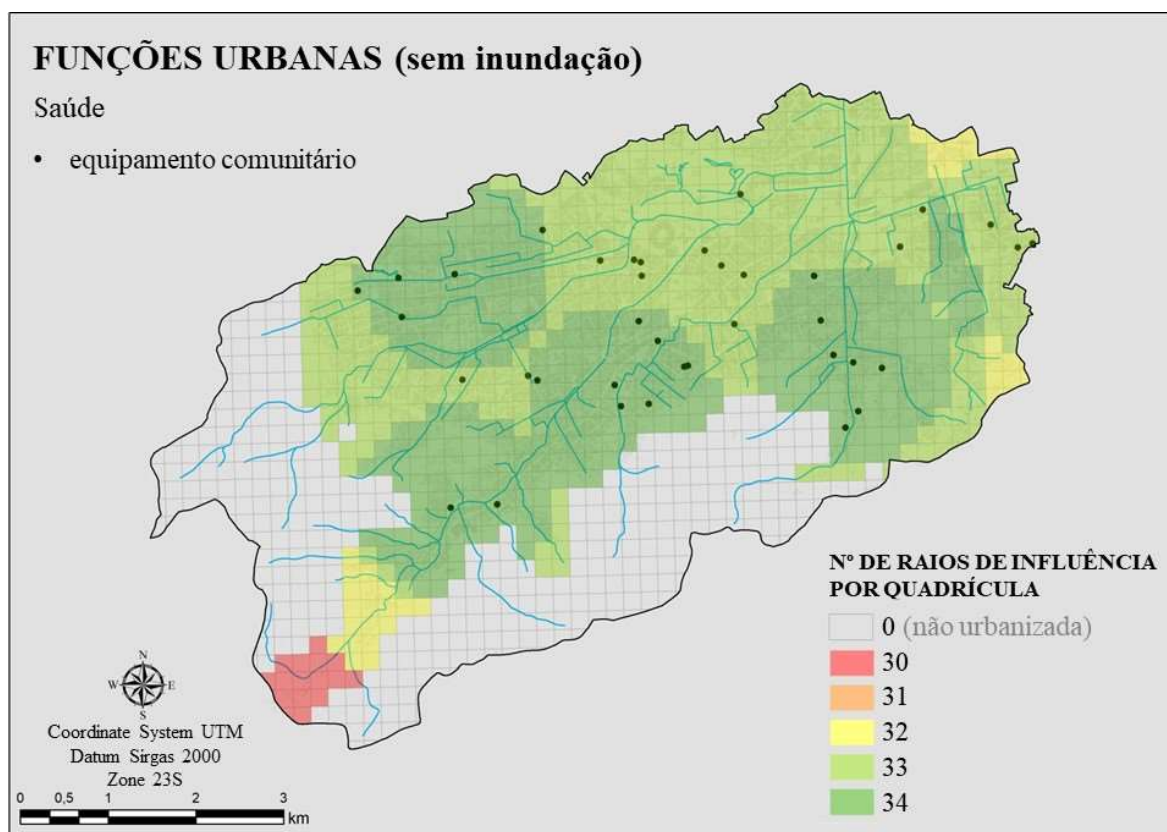


Figura 26 – Camada de Funções Urbanas, por temas isolados: Saúde – Bacia do Canal do Manguê
Fonte: A autora.

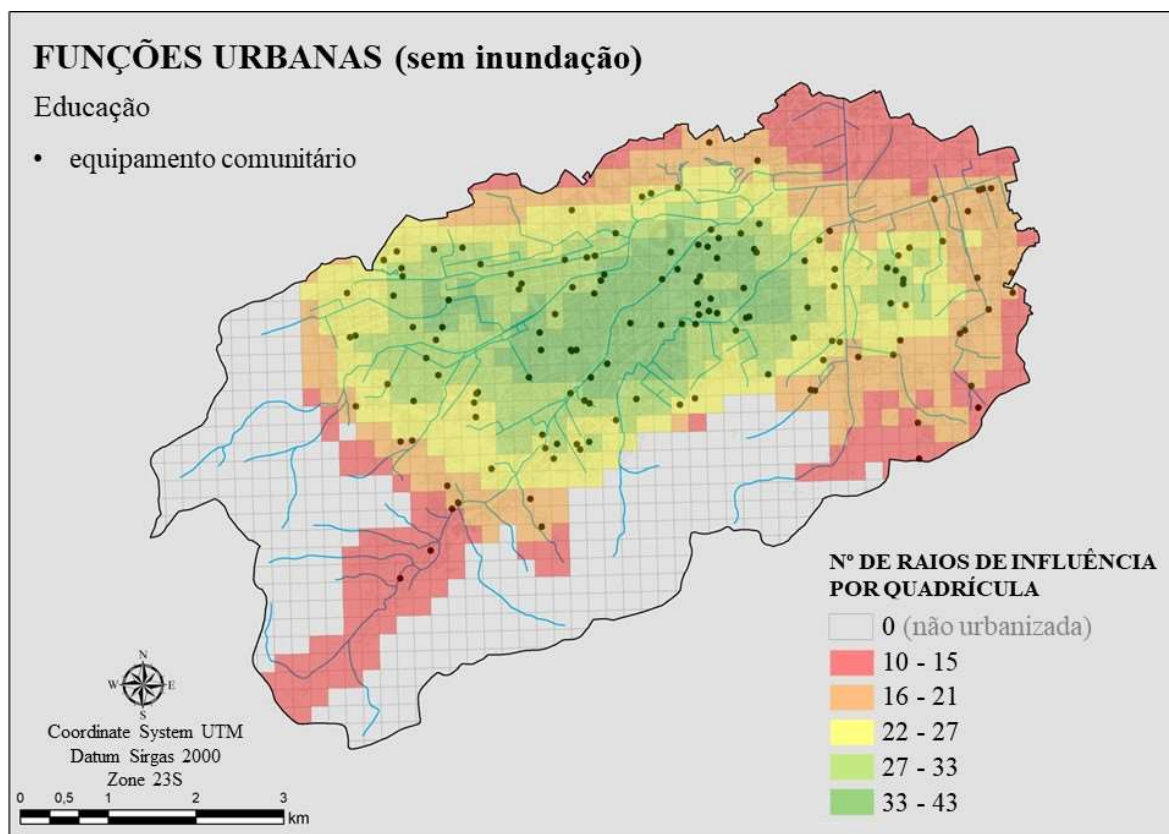


Figura 27 – Camada de Funções Urbanas, por temas isolados: Educação – Bacia do Canal do Mangue
Fonte: A autora.

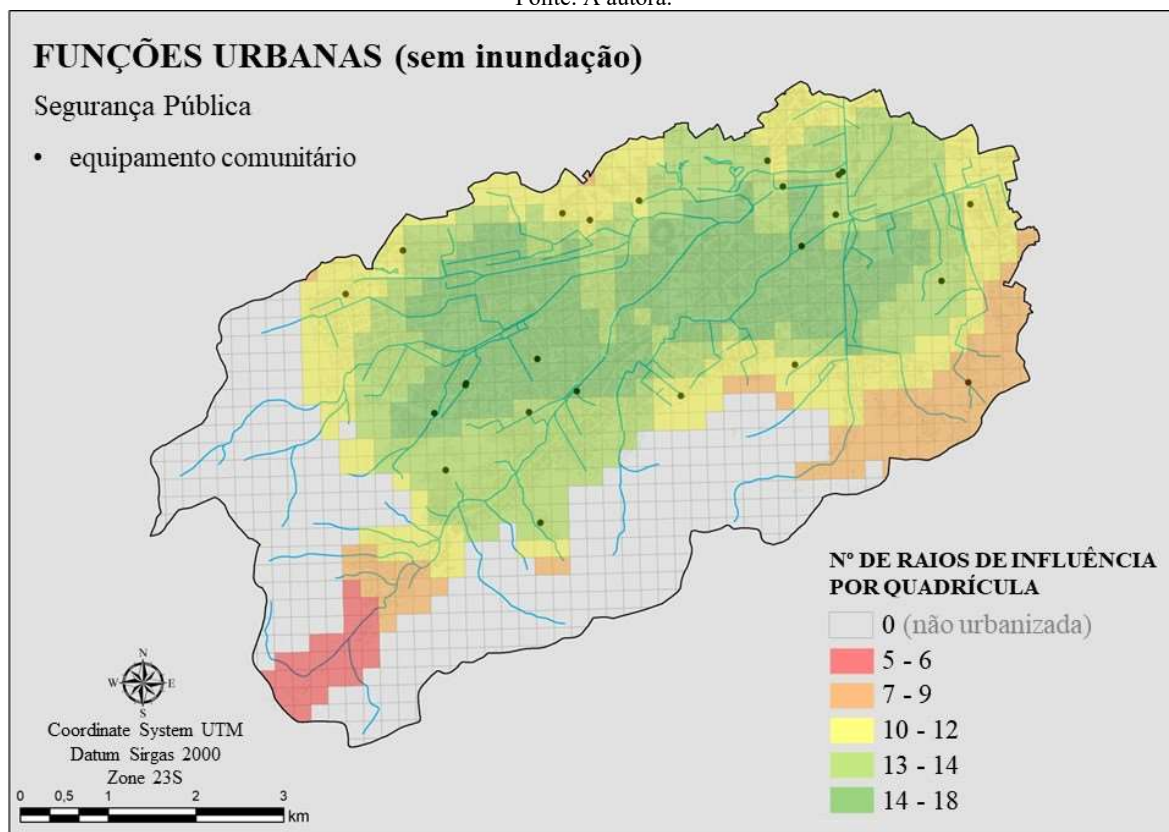


Figura 28 – Camada de Funções Urbanas, por temas isolados: Segurança Pública – Bacia do Canal do Mangue
Fonte: A autora.

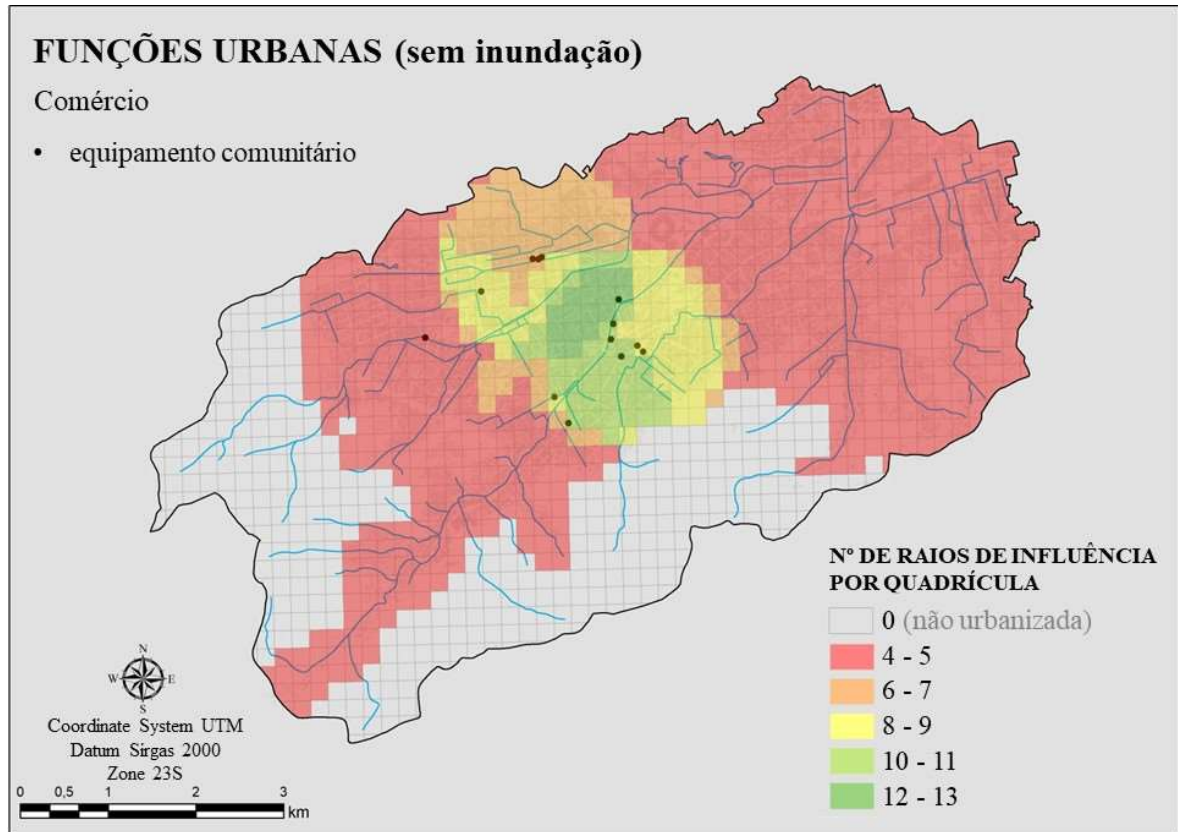


Figura 29 – Camada de Funções Urbanas, por temas isolados: Comércio – Bacia do Canal do Mangue
Fonte: A autora.

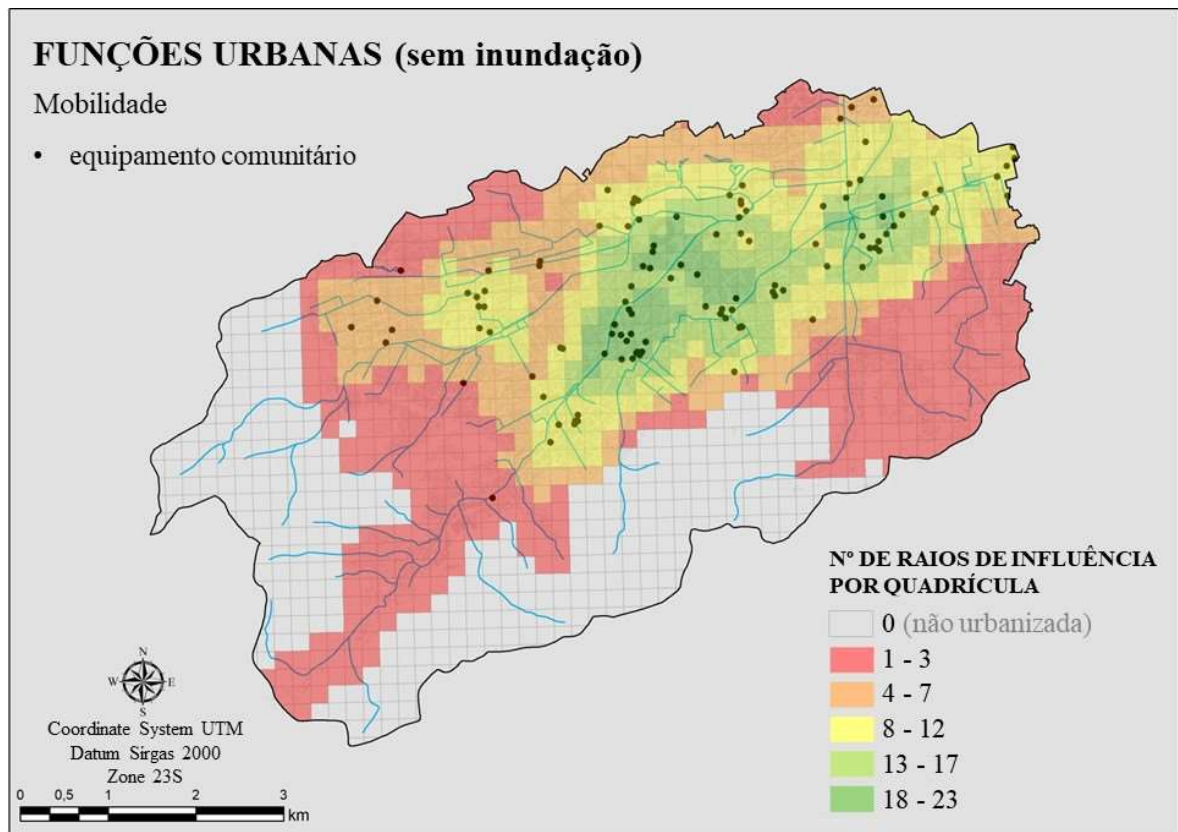


Figura 30 – Camada de Funções Urbanas, por temas isolados: Mobilidade – Bacia do Canal do Mangue
Fonte: A autora.

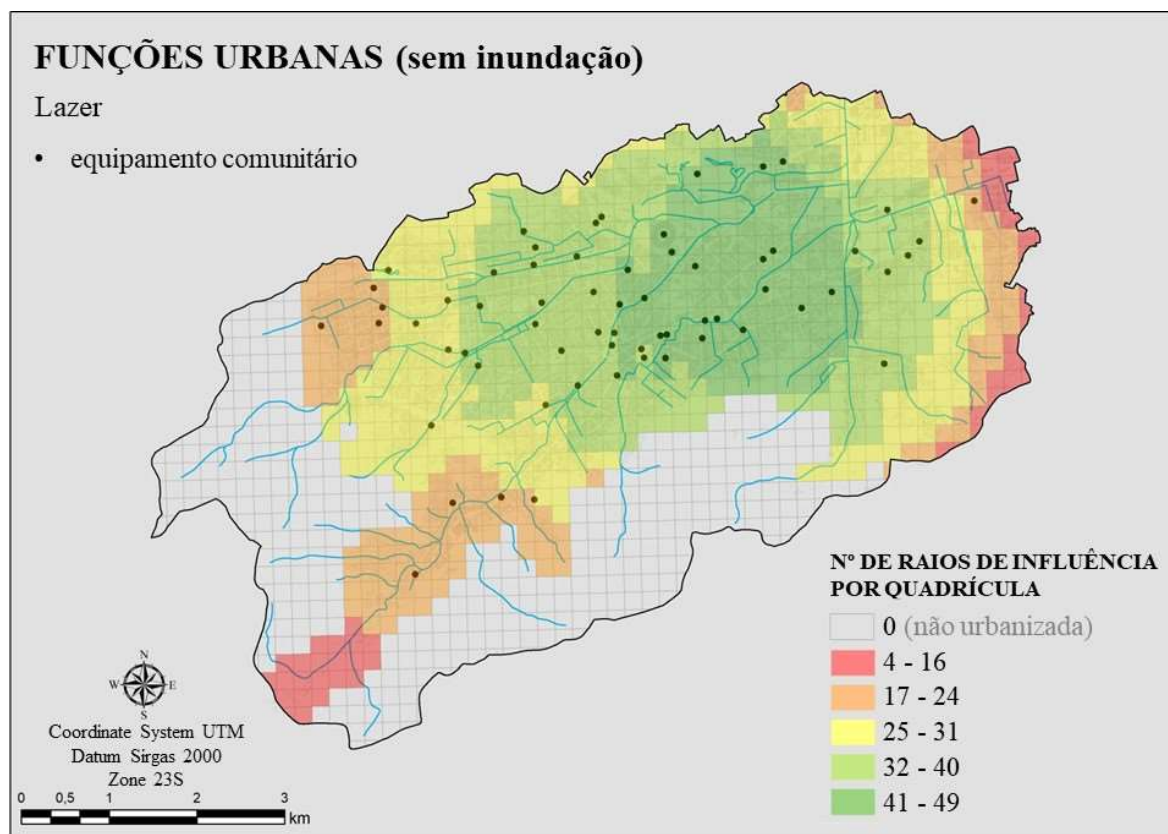


Figura 31 – Camada de Funções Urbanas, por temas isolados: Lazer –Bacia do Canal do Mangue
Fonte: A autora.

Como pode ser observado, de forma geral, há um padrão de melhor atendimento nas áreas centrais da bacia, mais evidente nos temas de Educação, Comércio, Mobilidade e Lazer. Nos temas Saúde e Segurança Pública, esse padrão é mais difuso, o que pode ser explicado, no tema Saúde, pelo fato de uma parcela representativa dos seus pontos de função apresentarem raios de influência “regional”, e no tema Segurança Pública, pelo fato de seus equipamentos encontrarem-se bem distribuídos pela bacia. No tema Comércio, fica evidente que os centros comerciais mais representativos se concentram numa mesma região mais central da bacia, resultando em níveis de serviço piores mesmo em áreas bem servidas nos outros temas. No tema Educação, a área central da bacia apresenta os melhores níveis de atendimento, que vai decaindo num padrão radial para as bordas da bacia. No tema Mobilidade, assim como no Educação, a área central da bacia é mais bem atendida, mas mesmo em regiões relativamente centrais e bem atendidas nos outros temas, é possível notar falhas no nível de atendimento. Nesse tema, é compreensível que as bordas da bacia, principalmente as que fazem limite com as regiões não urbanizadas, apresente níveis de serviço mais baixos.

Pode-se observar ainda que o nível de serviço de uma quadrícula não necessariamente é mais elevado nas regiões imediatamente próximas a mais equipamentos comunitários, pois

depende sim, da quantidade de raios de influência que nela chegam e, lembrando ainda, que uma cor representa uma faixa de valores. Isso pode ser observado, por exemplo, no mapa do tema Lazer, na faixa verde clara à direita do centro do mapa, onde quadriculas próximas de diversos pontos, tem o mesmo nível de serviço de outras que não estão tão próximas assim de um ou vários pontos. Além disso, como os raios de influência diferem dentro do mesmo tema (nem todos os equipamentos de lazer tem o mesmo raio de influência), uma quadricula pode estar próxima de um ponto com um raio menor, que não a alcança, mas em compensação estar abrangida em raios de influência de outros pontos mais distantes.

Na sequência dos mapas isolados por temas, foi obtido o mapa geral das funções urbanas, resultado da combinação dos mapas dos seis temas isolados. Cinco intervalos iguais foram estabelecidos, entre 40 e 165, cada um associado a uma cor distinta, representando níveis de atendimento (pelas funções urbanas) “muito ruim”, “ruim”, “regular”, “bom” e “muito bom”. O limite inferior da faixa de raios de influência, igual à 40, foi estabelecido considerando a situação hipotética em que apenas os equipamentos com raio de influência regional continuam servindo a bacia. O limite superior, igual 165, se refere ao número máximo de raios de influência observado em uma quadricula, na situação atual sem estresse de inundação. Cabe ressaltar que os níveis de serviço informados pelas faixas da escala proposta consideram a realidade da bacia hidrográfica e não devem ser transferidos diretamente para outras bacias, sem julgamento ou adaptação prévios.

Como resultado da Etapa 1, a camada composta, representando as funções urbanas dos 6 temas considerados para a situação do CAS, sem inundação, é apresentada na Figura 32, com a totalidade dos pontos de equipamentos comunitários considerados e na Figura 33, sem os referidos pontos, para melhor visualização do resultado. Os indicadores primários para a referida situação são apresentados na Tabela 3.

Indicadores primários	Situação Atual (sem inundação)
nº equipamentos não alagados	400
intervalo de raios de influência contabilizados por quadricula	54-164
nível total de serviço	90.264
nº de quadriculas urbanizadas	814
nº quadriculas com nível de serviço "ruim" a "muito ruim"	175
nº quadriculas com nível de serviço "regular" a "muito bom"	639

Tabela 3 – Indicadores primários, para o CAS estudado – Situação Atual sem inundação
Fonte: A autora.

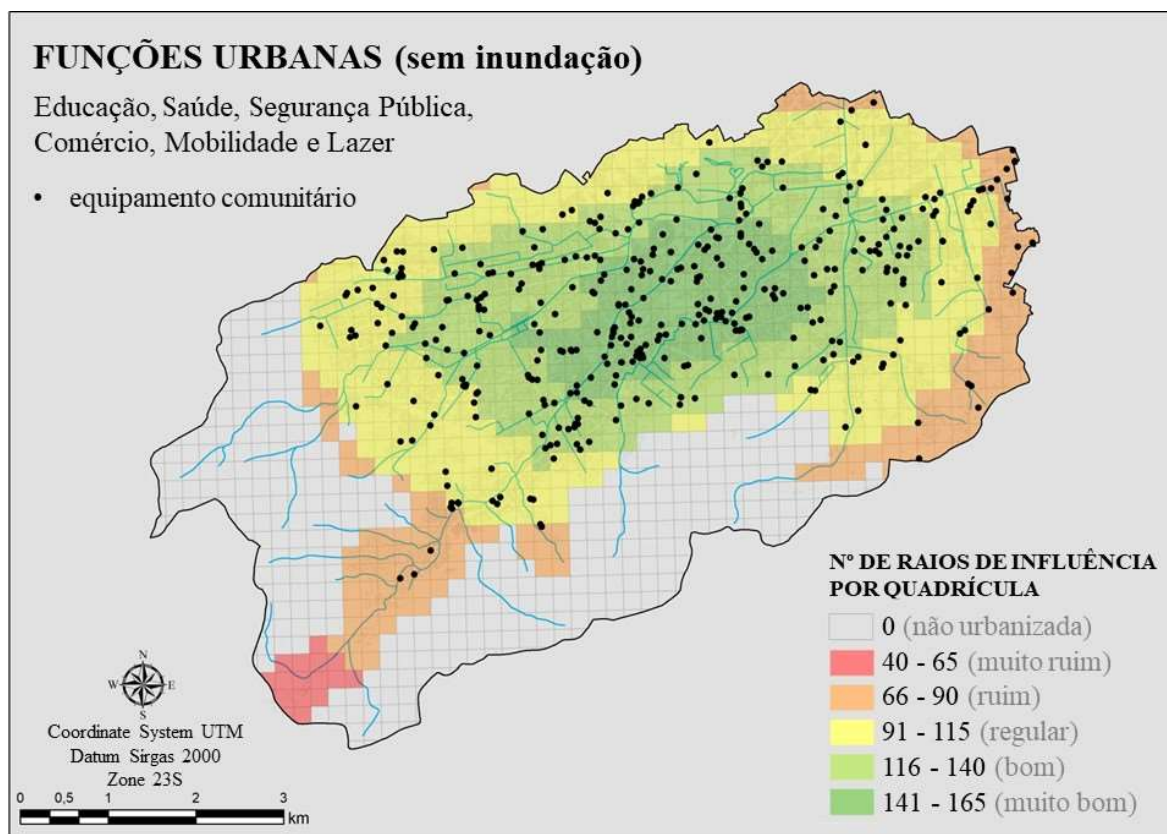


Figura 32 – Equipamentos Comunitários dos 6 temas combinados – Bacia do Canal do Manguê
Fonte: A autora.

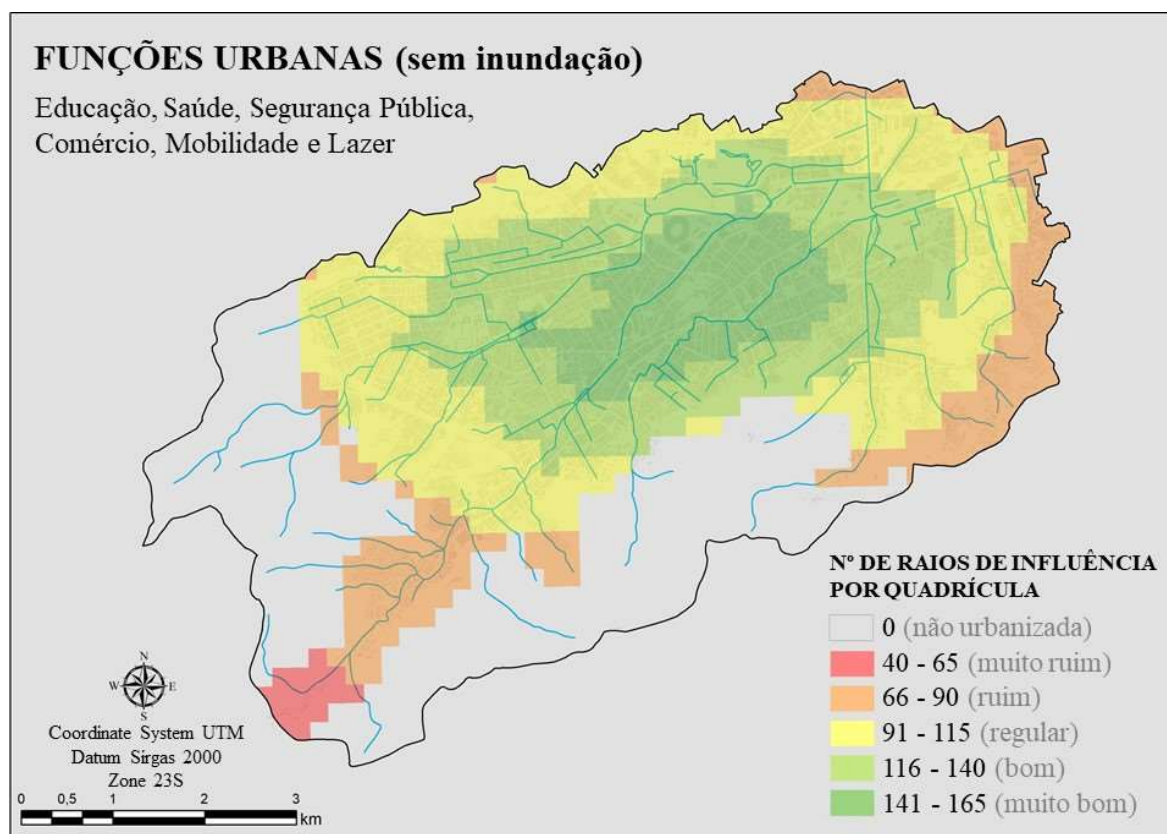


Figura 33 – Camada de Funções Urbanas, com 6 temas combinados – CAS Bacia do Canal do Manguê
Fonte: A autora.

A análise isolada desta camada permite dizer que a oferta de funções no CAS estudado é bastante ampla, onde 79% das células urbanizadas da bacia (ou 639 células) apresentam níveis de atendimento pelas funções urbanas entre “regular” e “muito bom”, e os outros 21% (ou 175 células) apresentam níveis de serviço “ruim” ou “muito ruim”.

4.2. ETAPAS 2 E 3: ESTRUTURAÇÃO DA CAMADA DE DRENAGEM

Para a estruturação da camada que indiretamente representa o sistema de drenagem, através de mapas de inundação, foram considerados dois cenários de inundação simulados em um estudo anterior da Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue (REZENDE, 2018). Ambos os cenários foram simulados utilizando o modelo hidrodinâmico MODCEL (MIGUEZ, 2001; MIGUEZ et al., 2017), considerando uma chuva de projeto de 25 anos de período de retorno. O cenário C0 representa a situação atual do sistema de drenagem, com seus problemas de inundação, enquanto o cenário C1 representa um cenário de projeto, considerando um conjunto de intervenções distribuídas ao longo da bacia hidrográfica, alinhadas com diretrizes de Sistemas de Drenagem Sustentável. Vale ressaltar que o estágio de urbanização da bacia hidrográfica e a consequente escassez de espaços livres limitam o potencial de melhoria de seu sistema de drenagem.

As intervenções para mitigação de inundações consideradas no cenário de projeto (C1), a fim de melhorar o desempenho do CAS, são apresentadas na Figura 34 e foram concebidas em diferentes estudos anteriores para a área de estudo, consistindo em:

- 18 reservatórios de encosta (COPPETEC, 2000);
- 31 reservatórios de retenção instalados em praças urbanas multifuncionais (total de 12,65 ha) (COPPETEC, 2003; REZENDE, 2018);
- sistemas de pavimento permeável em grandes estacionamentos (total de 54,05 ha) (REZENDE, 2018);
- reabertura de canal em trechos do rio Trapicheiro, associada ao *retrofit* urbano de seu entorno (PAIVA, 2017);
- construção do novo eixo de drenagem proposto no Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro – PDMAP/RJ (PDMAP, 2011), composto pela galeria de transposição do rio Maracanã, reforço de galeria no trecho do rio Joana e desvio deste até a Baía de Guanabara.

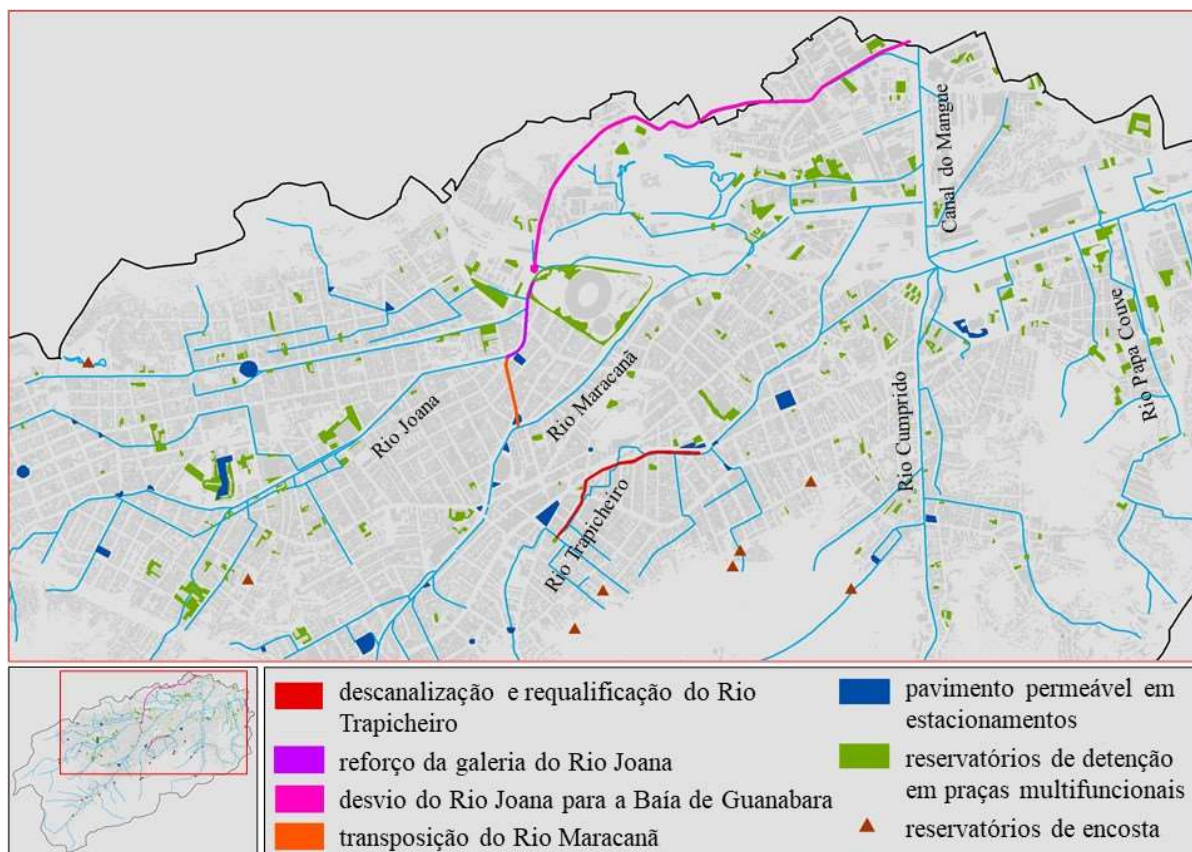


Figura 34 – Intervenções de drenagem consideradas no C1 para a mitigação de inundações

Fonte: TEIXEIRA *et al*, 2020, adaptada pela autora.

Conforme mencionado anteriormente, os cenários simulados por Rezende (2018) no MODCEL possibilitam a construção de mapas representando a manchas de inundação esperadas para o CAS, com lâminas de inundação especializadas sob unidades territoriais (células) com formatos variados, que representam porções semelhantes do território definidas quando da interpretação do funcionamento da bacia. De modo a permitir a superposição da camada de drenagem com a camada de funções, procedeu-se a transferência das lâminas de inundação das células do modelo hidrodinâmico para as quadriculas da grade estatística do IBGE. Essa transferência foi realizada com o auxílio do Sistema de Informações Geográficas, considerando a média ponderada das áreas das células do modelo hidrodinâmico e suas respectivas lâminas de inundação presentes em cada quadricula. A Figura 35 ilustra essa transferência.

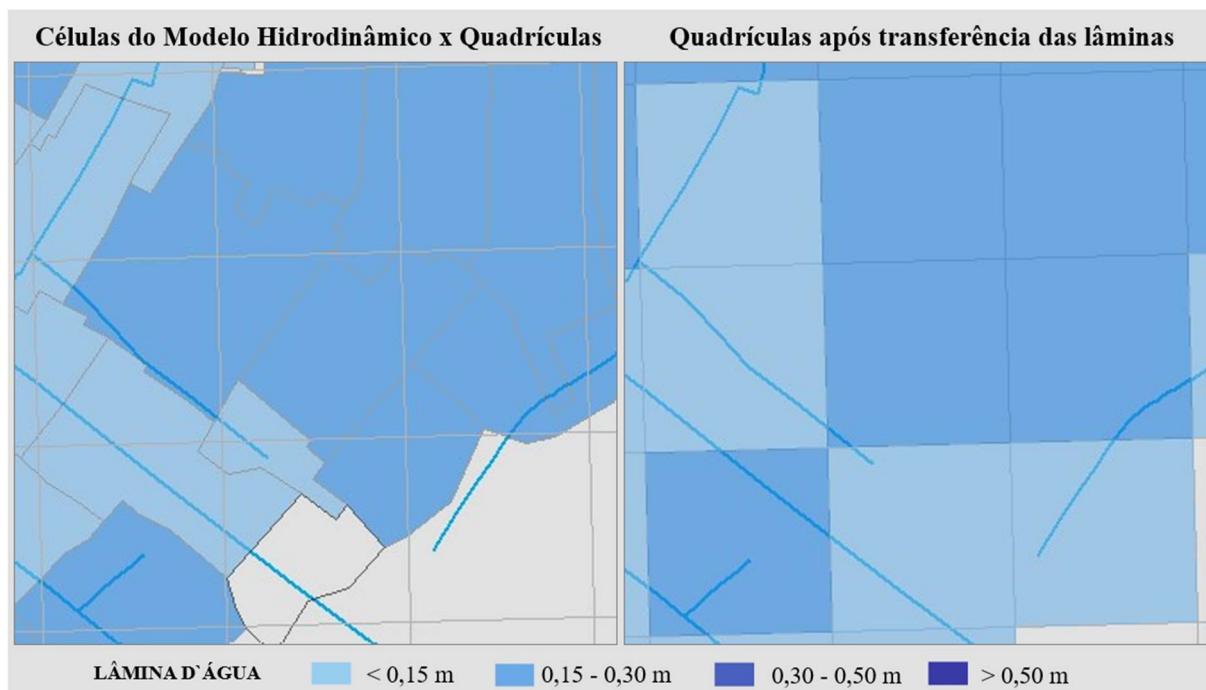


Figura 35 – Detalhe da transferência das lâminas de inundação das células do modelo hidrodinâmico para as quadriculas da grade estatística do IBGE

Fonte: A autora.

Como resultado da Etapa 2, o mapa de inundação para o cenário C0 é apresentado na Figura 36, enquanto que, como resultado da Etapa 3, o mapa de inundação para o cenário C1 é apresentado na Figura 37.

A análise isolada da camada de drenagem permite dizer que, para o cenário C0, 270 (ou 33%) das quadriculas urbanizadas apresentam lâminas de inundação iguais ou superiores a 0,30 m, impedindo que as mesmas forneçam funções urbanas (gerem raios de influência), ou sejam servidas das mesmas.

Para o cenário C1, 142 (ou 17 %) das quadriculas urbanizadas apresentam lâminas de inundação iguais ou superiores a 0,30 m, representando uma redução de 47% da área impactada pela inundação, comparativamente ao cenário C0.

A título de curiosidade, as Figura 38 e Figura 39 exemplificam os mapas de inundação resultantes da simulação realizada em modelo hidrodinâmico, com lâminas de inundação especializadas sobre as células do modelo, segundo Rezende (2018), para os cenários C0 e C1, antes da transferência das lâminas de inundação para as quadriculas da grade estatística. Vale observar que as cores utilizadas por Rezende (2018) na escala de lâminas de inundação diferem um pouco das utilizadas neste estudo, o que deve ser levado em conta quando da comparação dos mapas antes e depois da transferência das lâminas.

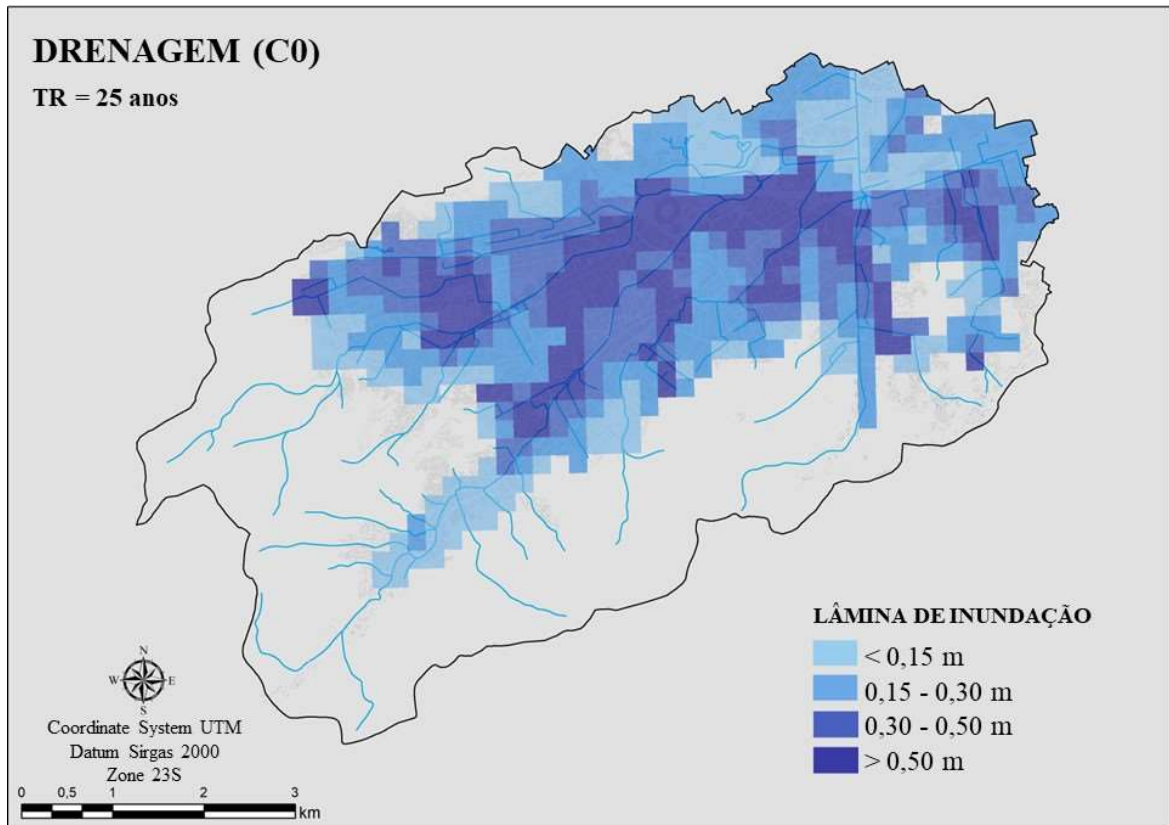


Figura 36 – Camada de Drenagem (C0) - Bacia do Canal do Mangue

Fonte: A autora.

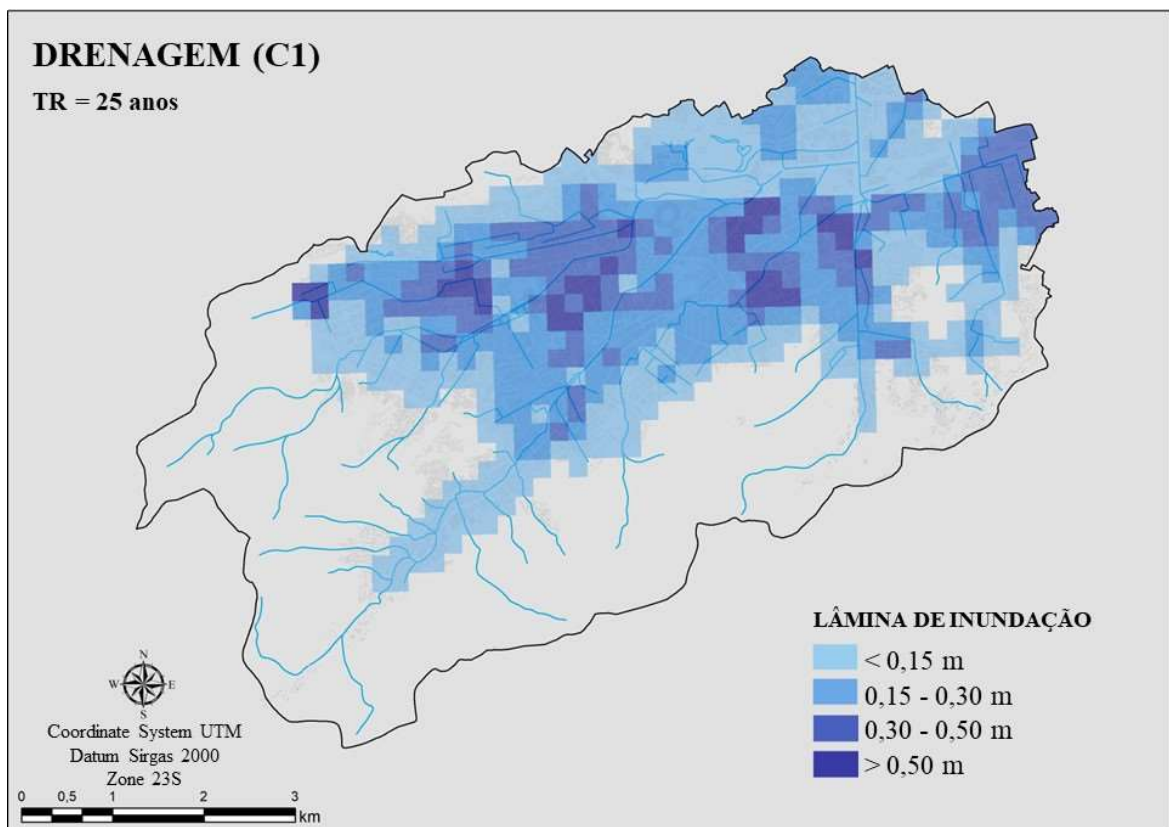


Figura 37 – Camada de Drenagem (C1) - Bacia do Canal do Mangue

Fonte: A autora.

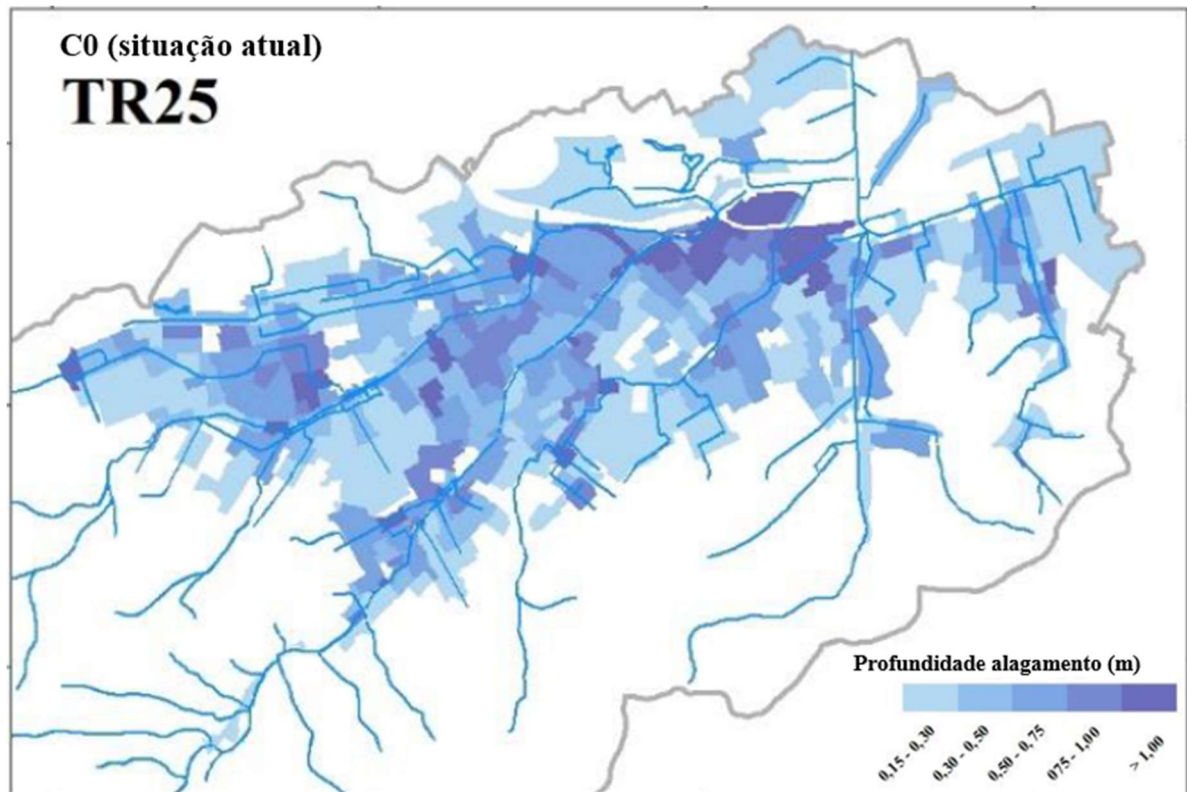


Figura 38 – Mapa de Inundação resultante da simulação no MODCEL para o cenário C0 - Bacia do Canal do Mangue

Fonte: (REZENDE, 2018), adaptada pela autora.

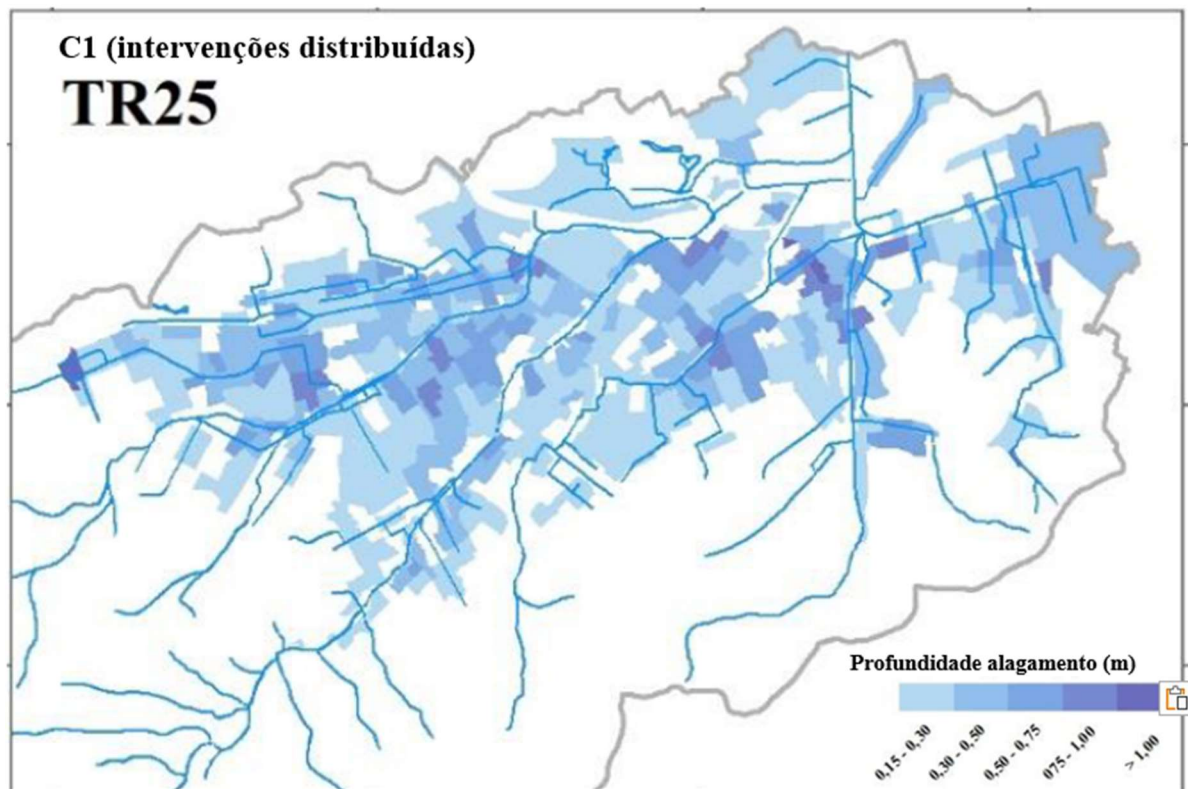


Figura 39 – Mapa de Inundação resultante da simulação no MODCEL para o cenário C1 - Bacia do Canal do Mangue

Fonte: (REZENDE, 2018), adaptada pela autora.

4.3. ETAPAS 4 E 5: SOBREPOSIÇÃO DAS CAMADAS DE FUNÇÕES E DRENAGEM

Ao sobrepor as camadas de Funções e Inundação, considerou-se que lâminas d'água iguais ou superiores a 0,3 m comprometem o fornecimento das funções, uma vez que impossibilitam o acesso e a circulação de pessoas e veículos nas células da grade onde ocorrem. Essas lâminas d'água não apenas inviabilizam o fornecimento de funções nas quadrículas correspondentes, mas os equipamentos nelas localizados deixam de gerar raios de influência, cascadeando o impacto da inundação para as células que se encontram em seu raio de influência, mesmo que essas células tenham lâminas de inundação inferiores a 0,30 m.

Como ponto de partida da Etapa 4, a Figura 40 ilustra a sobreposição da totalidade dos equipamentos comunitários considerados nos seis temas, com a mancha de inundação esperada para o cenário de inundação C0. A Figura 41, por sua vez, representa somente os equipamentos comunitários que permanecem ativos neste mesmo cenário, ou seja, os equipamentos que se encontram em quadrículas com lâmina de inundação inferior a 0,30 m e que, portanto, continuam a gerar raios de influência.

Como poderá ser observado, para o cenário C0, lâminas de inundação iguais ou superiores a 0,30 m afetam grande parte dos equipamentos comunitários (59%), 235 do total de 400 pontos considerados. Esses pontos deixarão de gerar raios de influência o que ampliará o impacto da inundação para além da área diretamente afetada pela mesma, contribuindo, significativamente, para o decréscimo do nível total de serviço da bacia neste cenário de inundação.

Da mesma forma, como ponto de partida da Etapa 5, a Figura 42 ilustra a sobreposição da totalidade dos equipamentos comunitários considerados nos seis temas, com a mancha de inundação esperada para o cenário de inundação C1. A Figura 43, por sua vez, representa somente os equipamentos comunitários que permanecem ativos neste mesmo cenário, ou seja, os equipamentos que continuam a gerar raios de influência.

Para o cenário C1, lâminas de inundação iguais ou superiores a 0,30 m afetam 124 do total de 400 pontos considerados (31%). Da mesma forma que no cenário C0, esses pontos deixarão de gerar raios de influência, o que contribuirá para o decréscimo do nível total de serviço da bacia, porém, numa proporção inferior a observada para cenário C0.

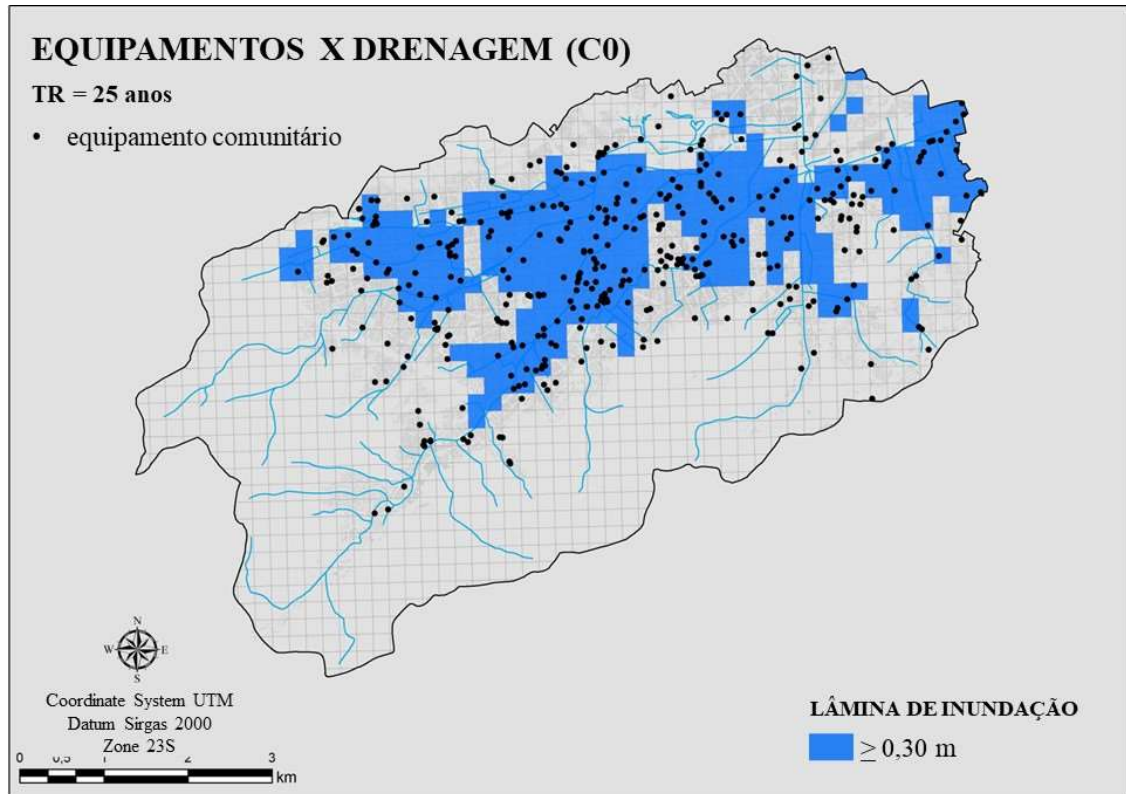


Figura 40 – Equipamentos comunitários dos seis temas sobrepostos com a inundação C0 - Bacia do Canal do Mangue

Fonte: A autora.

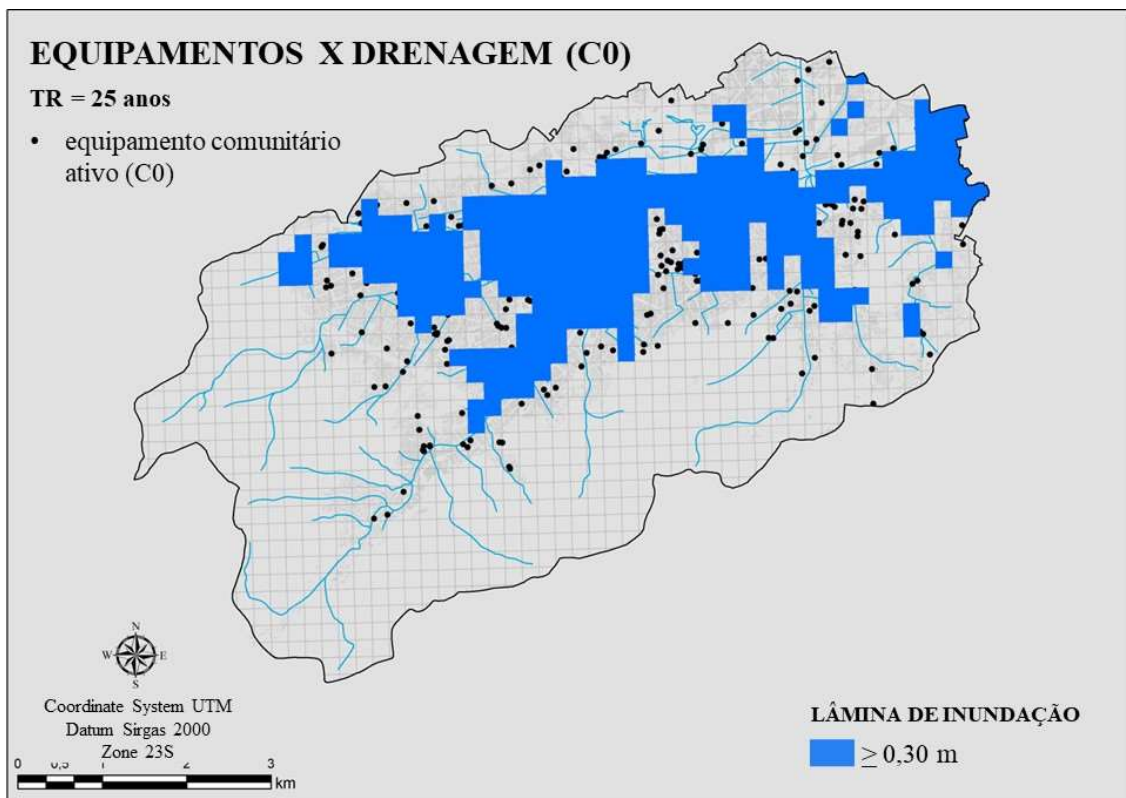


Figura 41 – Equipamentos comunitários que permanecem ativos no cenário C0 - Bacia do Canal do Mangue

Fonte: A autora.

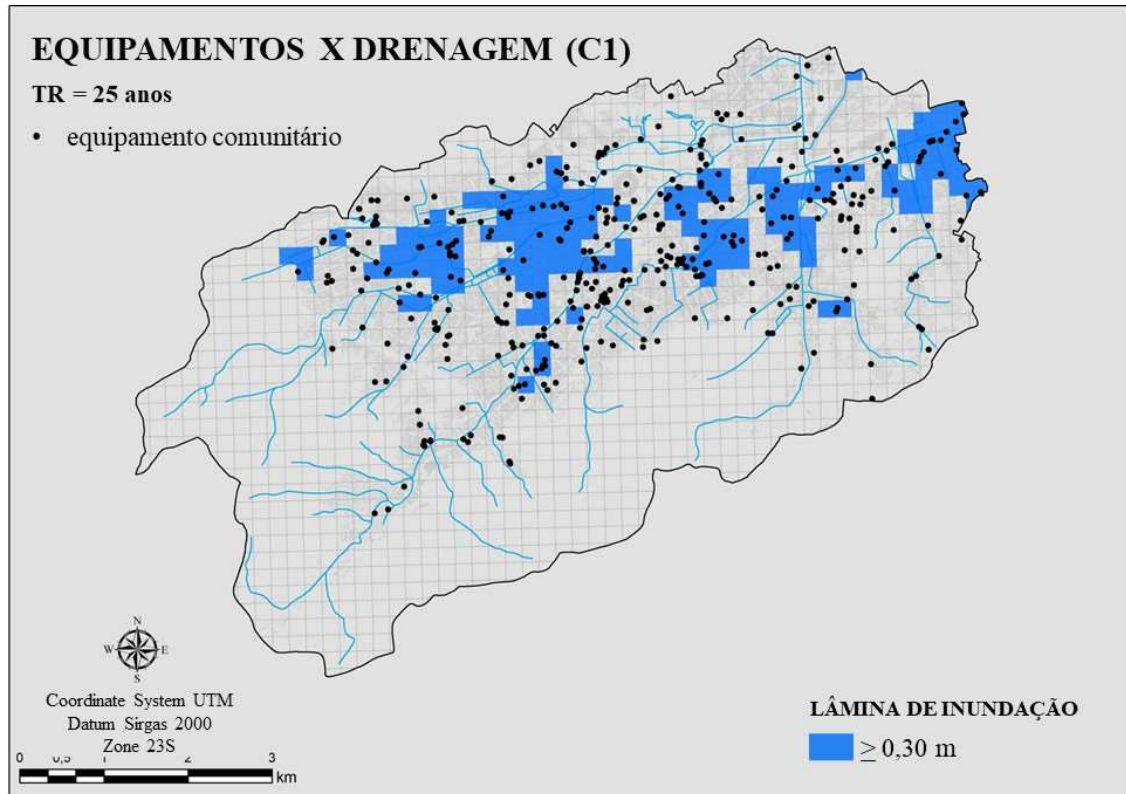


Figura 42 – Equipamentos comunitários dos seis temas sobrepostos com a inundação C1 - Bacia do Canal do Mangue

Fonte: A autora.

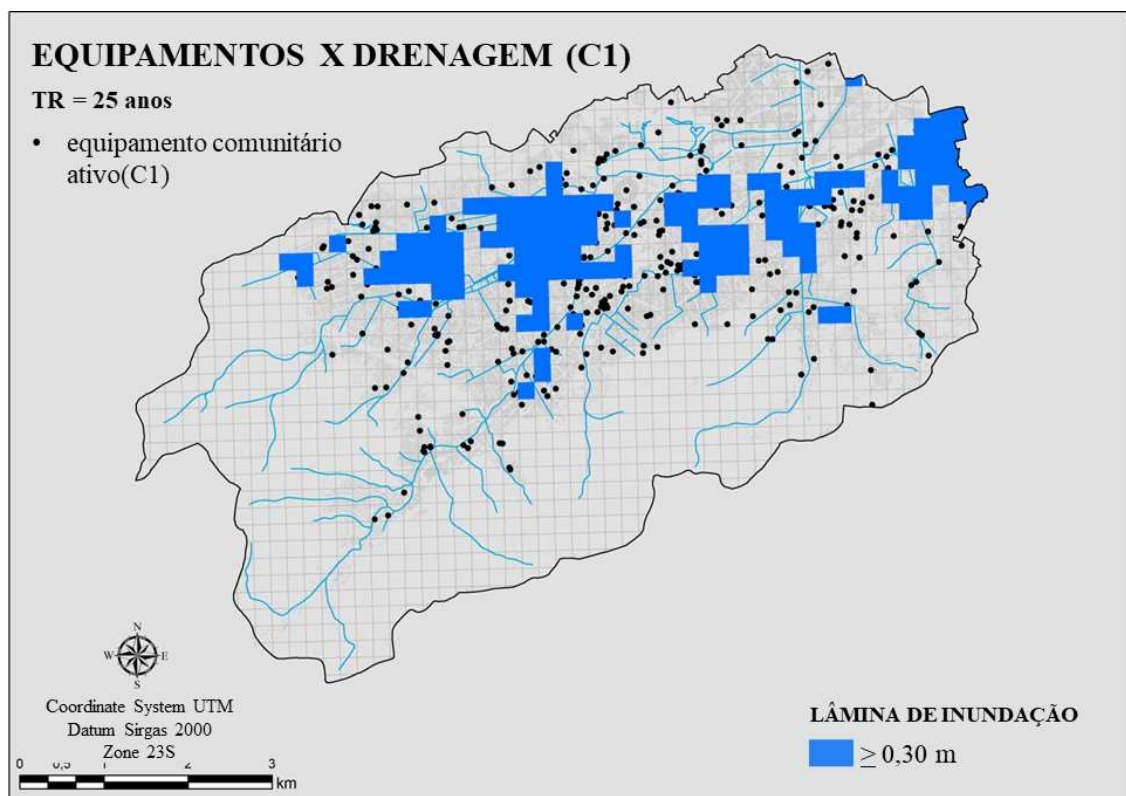


Figura 43 – Equipamentos comunitários que permanecem ativos no cenário C1 - Bacia do Canal do Mangue

Fonte: A autora.

Como resultado da Etapa 4, o mapa que representa a sobreposição das camadas de funções e de drenagem para C0 é apresentado na Figura 44 e os indicadores primários para a referida situação são apresentados na Tabela 4.

Como resultado da Etapa 5, o mapa que representa a sobreposição das camadas de funções e de drenagem para C1 é apresentado na Figura 45. Os indicadores primários para a referida situação são apresentados na Tabela 5.

A análise dos dados permite dizer que, para o cenário inicial C0, 270 quadriculas, ou 33% das quadriculas urbanizadas, deixam de ser atendidas por funções devido ao seu alagamento por lâminas de inundação iguais ou superiores a 0,30 m. Além disso, 235 pontos, ou 59% do total de pontos de funções, deixam de gerar raios de influência, por estarem localizados em áreas alagadas, reduzindo o nível total de serviço da bacia hidrográfica em 71%, quando comparado à situação sem inundação. Em termos dos intervalos de nível de serviço estabelecidos, 79% das quadriculas tiveram seu nível de serviço reduzido, 46% para "ruim" ou "muito ruim", enquanto 33% perderam completamente sua provisão de serviços.

Para o cenário C1, a quantidade de quadriculas que deixam de ser atendidas por funções, devido ao seu alagamento pela mesma lâmina, reduziu 47% comparativamente ao cenário C0, para 142. Da mesma forma, o número de pontos de funções alagados e que deixam de gerar raios de influência, reduziu 47%, para o valor de 124. Como resultado, o nível total de serviço da bacia hidrográfica aumentou 86% quando comparado ao C0. Em termos dos intervalos de nível de serviço estabelecidos, 9% das quadriculas apresentaram nível de serviço “regular” a “muito bom”, o que não foi observado no C0. Além disso, houve um aumento de 11% nas quadriculas com nível de serviço “ruim” e “muito ruim”, o que, apesar de não parecer, é um impacto positivo, considerando que se explica pela redução do número de quadriculas inundadas, que passaram para esses intervalos.

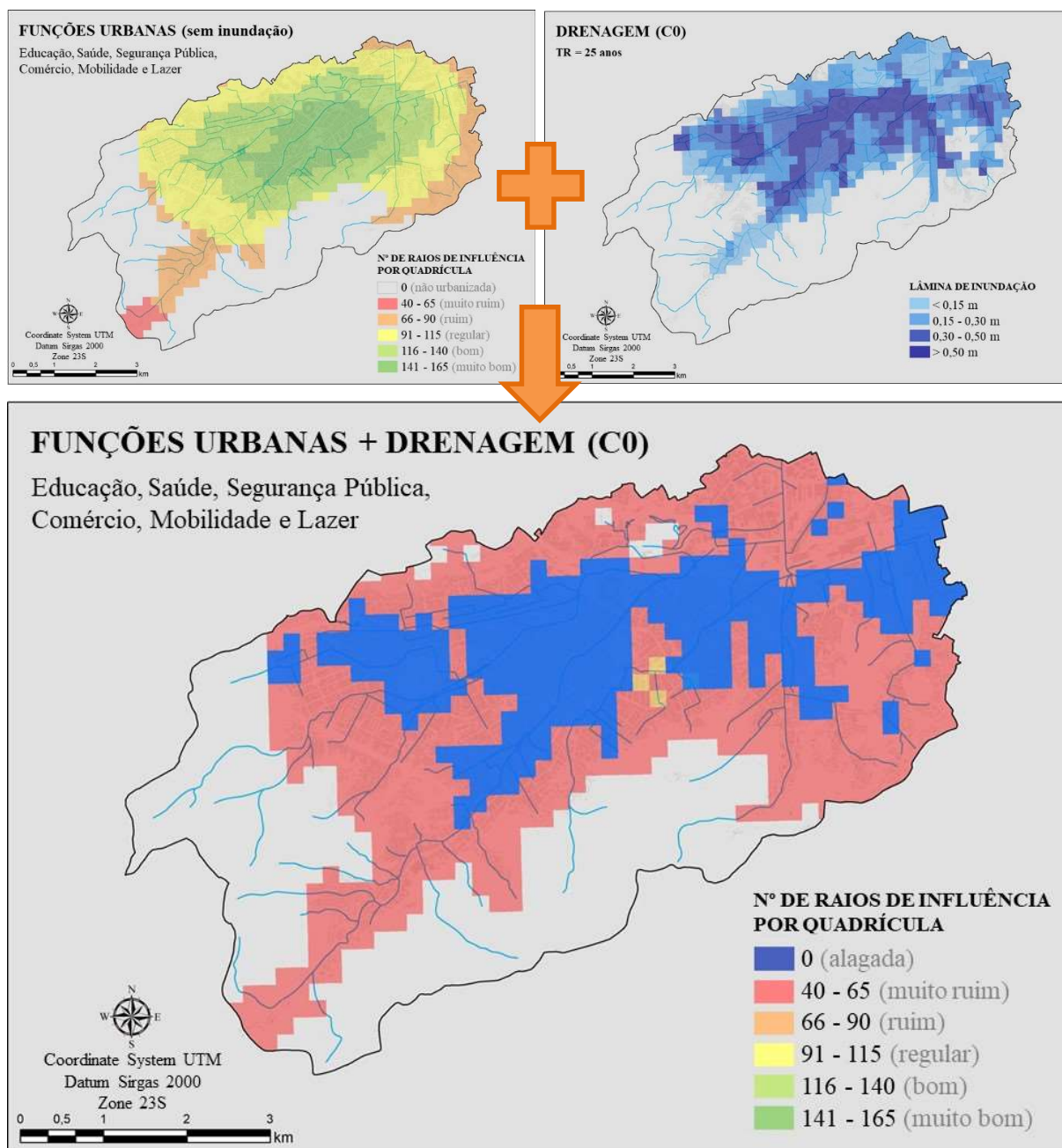


Figura 44 – Sobreposição das Camadas de Funções e Drenagem (C0) - Bacia do Canal do Manguê

Fonte: Autora

Indicadores primários	Situação de Atual (Inundação C0)
nº equipamentos não alagados	165
nº equipamentos alagados	235
intervalo de raios de influência contabilizados por quadrícula	25-66
nível total de serviço	26.611
nº de quadrículas urbanizadas	814
nº de quadrículas alagadas	270
nº quadrículas com nível de serviço "ruim" a "muito ruim"	544
nº quadrículas com nível de serviço "regular" a "muito bom"	0

Tabela 4 – Indicadores primários, para o CAS estudado – Inundação (C0)

Fonte: Autora.

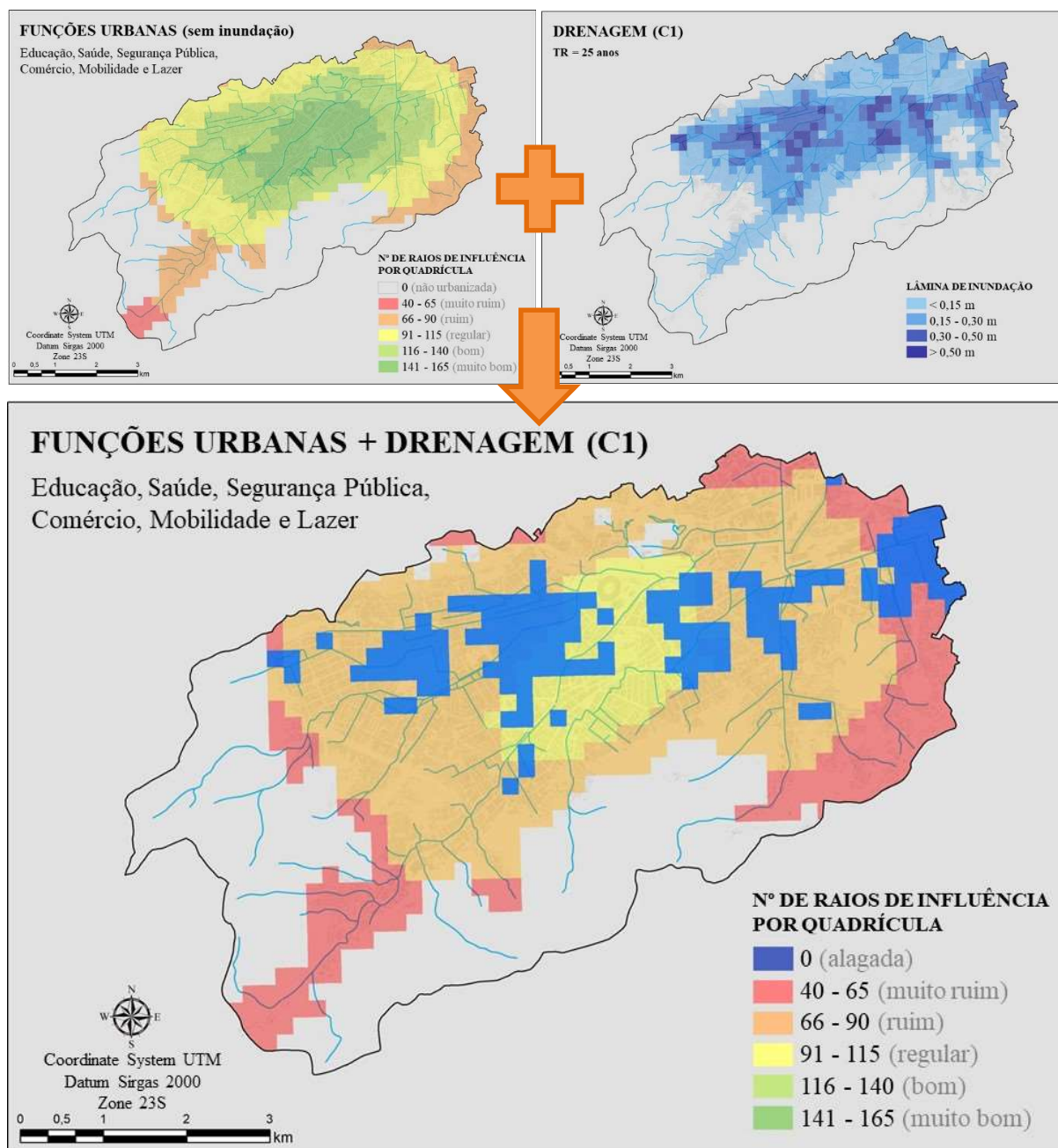
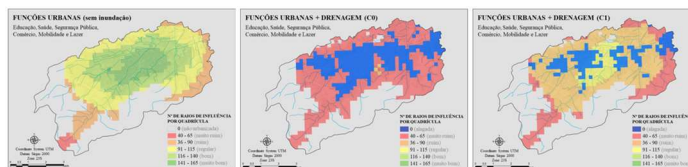


Figura 45 – Sobreposição das Camadas de Funções e Drenagem (C1) - Bacia do Canal do Mangue
Fonte: Autora.

Indicadores primários	Situação de Projeto (Inundação C1)
nº equipamentos não alagados	276
nº equipamentos alagados	124
intervalo de raios de influência contabilizados por quadrícula	39-112
nível total de serviço	49.469
nº de quadrículas urbanizadas	814
nº de quadrículas alagadas	142
nº quadrículas com nível de serviço "ruim" a "muito ruim"	602
nº quadrículas com nível de serviço "regular" a "muito bom"	70

Tabela 5 – Indicadores primários, para o CAS estudado – Inundação (C1)
Fonte: Fonte: Autora.

A seguir, os resultados apresentados ao longo do estudo de caso serão sintetizados na Tabela 6, que apresentam os indicadores propostos para quantificar numericamente o efeito cascata das inundações sobre as funções urbanas no CAS estudado.



Indicadores Primários (un)	Situação Atual (sem inundação)	Situação Atual (Inundação C0)	Situação de Projeto (Inundação C1)
nº equipamentos não alagados	400	165	276
nº equipamentos alagados	0	235	124
intervalo de raios de influência contabilizados por quadricula	54-164	25-66	39-112
nível total de serviço	90.264	26.611	49.469
nº de quadriculas urbanizadas	814	814	814
nº de quadriculas alagadas	0	270	142
nº quadriculas com nível de serviço "ruim" a "muito ruim"	175	544	602
nº quadriculas com nível de serviço "regular" a "muito bom"	639	0	70



Indicadores de Impacto das Inundações (%)	Situação Atual (sem inundação)	Situação Atual (Inundação C0)	Situação de Projeto (Inundação C1)
nº equipamentos alagados / nº equipamentos não alagados (sem inundação)	0%	59%	31%
nível total de serviço / nível total de serviço (sem inundação)	100%	29%	55%
nº de quadriculas alagadas / nº de quadriculas urbanizadas	0%	33%	17%
nº quadriculas com nível de serviço "ruim" a "muito ruim" / nº de quadriculas urbanizadas	21%	67%	74%
nº quadriculas com nível de serviço "regular" a "muito bom" / nº de quadriculas urbanizadas	79%	0%	9%

Indicadores de Impacto das Ações de Mitigação de Inundação (%)	Variação entre Cenários $[(C1/C0)-1]$
nº equipamentos não alagados	+67%
nº equipamentos alagados	-47%
nível total de serviço	+86%
nº de quadriculas alagadas	-47%
nº quadriculas com nível de serviço "ruim" a "muito ruim"	+11%
nº quadriculas com nível de serviço "regular" a "muito bom"	+infinito

Tabela 6 – Indicadores numéricos propostos – Bacia do Canal do Mangue
Fonte: TEIXEIRA *et al*, 2020, adaptada pela autora.

4.4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados-chave obtidos no estudo se materializam pela análise isolada e comparativa de 3 dos 5 mapas resultantes da aplicação da metodologia proposta na bacia hidrográfica estudada, sendo eles:

Etapa 1 – Mapa 1: Camada de Funções Urbanas sem inundação;

Etapa 4 – Mapa 4: Sobreposição da Camada de Funções sem inundação, com a Camada de Drenagem para o cenário de inundação C0, representativo da situação atual;

Etapa 5 – Mapa 5: Sobreposição da Camada de Funções sem inundação, com a Camada de Drenagem para o cenário de inundação C1, representativo de um cenário de projeto para mitigação parcial das cheias;

A análise do Mapa 1, Camada de Funções Urbanas sem inundação, permite dizer que a oferta de funções no CAS estudado é bastante ampla, proporcionada por 400 equipamentos comunitários com raios de influência variados, resultando em níveis de atendimento pelas funções urbanas entre “regular” e “muito bom para 79% das 814 quadriculas urbanizadas da bacia (ou 639 quadriculas), e níveis de serviço “ruim” ou “muito ruim” para os outros 21% (ou 175 quadriculas). Note-se que, na construção deste caso, não se toma uma referência externa como *bench-marking*, sendo a escala construída com base em comparações locais, que levam em conta o atendimento do território considerado. Porém, para fins de uma comparação mais geral, seria interessante eleger uma bacia de referência, cuja cobertura e diversidade de funções urbanas pudesse ser considerado o marco positivo de atendimento, para que os resultados obtidos pudessem ser comparados entre diferentes bacias (evitando a construção de uma escala local). O menor nível de serviço observado numa quadricula foi 54, o que significa que a quadricula mais mal atendida do CAS é atendida por 54 equipamentos comunitários, enquanto o maior nível de serviço observado numa quadricula foi 164. Como Nível Total de Serviço, para essa situação, obteve-se o valor de 90.264. Esses indicadores, obtidos da observação desta camada, serviram de referência para a avaliação do desempenho do CAS no quesito de oferta de funções urbanas, quando submetido ao estresse de inundação nos dois cenários considerados, conforme mapas das etapas 4 e 5 descritas acima.

A análise do Mapa 4, Sobreposição da Camada de Funções sem inundação, com a Camada de Drenagem para o cenário de inundação C0, permite dizer que, neste cenário, 270 (ou 33%) das 814 quadriculas urbanizadas apresentam lâminas de inundação iguais ou

superiores a 0,30 m, o que dificulta a circulação de veículos e pessoas e impede tanto que os 235 equipamentos comunitários existentes nas mesmas forneçam suas respectivas funções urbanas (gerem raios de influência), quanto que essas quadriculas sejam servidas pela oferta dos 165 equipamentos não alagados com lâminas de influência iguais ou superiores à 0,30 m (recebam raios de influência). Ou seja, tanto o alagamento das quadriculas que ofertam funções, impedindo sua operação, quanto o alagamento de quadriculas sem presença de serviços, mas que impedem a locomoção de seus moradores, implicam na perda efetiva de acesso às funções. Ainda nesse cenário, o menor nível de serviço observado numa quadricula não alagada com lâminas iguais ou superiores a 0,30 cm foi 25, enquanto o maior nível de serviço observado numa quadricula foi 66. Como Nível Total de Serviço, para essa situação, obteve-se o valor de 26.611, uma redução de disponibilidade muito considerável em relação ao total original (71%).

A análise do Mapa 5, Sobreposição da Camada de Funções sem inundação, com a Camada de Drenagem para o cenário de inundação C1, permite dizer que, neste cenário, 142 (ou 17 %) das 814 quadriculas urbanizadas apresentam lâminas de inundação iguais ou superiores a 0,30 m, o que dificulta a circulação de veículos e pessoas e impede tanto que os 124 equipamentos comunitários existentes nas mesmas forneçam suas respectivas funções urbanas (gerem raios de influência), quanto que essas quadriculas sejam servidas pela oferta dos 276 equipamentos não alagados com lâminas de influência iguais ou superiores à 0,30 m (recebam raios de influência). Ainda nesse cenário, o menor nível de serviço observado numa quadricula não alagada com lâminas iguais ou superiores a 0,30 cm foi 39, enquanto o maior nível de serviço observado numa quadricula foi 112. Como Nível Total de Serviço, para essa situação, obteve-se o valor de 49.469, uma redução de 45% em relação ao total inicial. Comparativamente, a introdução das obras de mitigação propostas em C1 ainda não resolvem todo o problema, mas melhoram significativamente a situação. Ou seja, neste exemplo se percebe que uma redução de 16% das quadriculas alagadas aumenta em 26% a oferta de serviços.

Portanto, o impacto das inundações, e de eventuais obras de mitigação propostas, nos dois cenários considerados, pode ser obtido pela comparação dos indicadores primários obtidos pela observação dos Mapas 4 e 5, com os obtidos pela observação do Mapa 1. Avançando com esta discussão, a comparação dos indicadores obtidos a partir da observação pareada do Mapa 4 com o Mapa 1, indica que no cenário C0 de inundação, o alagamento de 33% (270/814) das quadriculas com lâminas de inundação iguais ou superiores a 0,30 m, compromete o nível total de serviço em 71% [$1 - (26.611/90.264)$]. A comparação dos indicadores obtidos da observação

do Mapa 5 com o Mapa 1, indica que, no cenário C1 de inundação, o alagamento de 17% (142/814) das quadriculas com lâminas de inundação iguais ou superiores a 0,30 m, compromete o nível total de serviço em 45% [$1 - (49.469/90.264)$]. Esses resultados corroboram a hipótese de que os danos causados pelas inundações se propagam para além da área diretamente afetada, através das interdependências dos subsistemas urbanos e podem ser compreendidos como uma medida da magnitude do efeito cascata das inundações sobre a oferta de funções urbanas.

O impacto das ações de mitigação de inundação na performance do CAS, no quesito de oferta de funções urbanas, pode também ser obtido pela comparação dos indicadores primários obtidos pela observação dos Mapas 4 e 5. Pode-se concluir que a adoção das intervenções locais no sistema de drenagem possibilitaram uma redução de 47% [$(124/235)-1$] da área alagada com lâminas superiores a 0,30 m no cenário C1, comparativamente ao cenário C0, melhorando, consequentemente, o nível total de serviço em 86% [$(49.469/26.611)-1$]. Desta forma, é possível dizer que as mesmas interdependências que atuam na propagação dos efeitos da inundação, também permitem a escalada de efeitos positivos de ações de mitigação de inundação localizadas para todo o CAS. Vale observar que as melhorias poderiam ser ainda maiores não fosse pela limitação de espaços livres disponíveis no CAS estudado, o que limitou as ações de mitigação de inundação alinhadas com as diretrizes de drenagem sustentável.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou um método para avaliar a magnitude e espacialização dos efeitos em cascata causados por inundações urbanas na oferta de funções da cidade, utilizando ferramentas GIS e resultados de uma modelagem hidrodinâmica. O método baseou-se em um procedimento de contagem de funções urbanas disponíveis por unidade territorial, assumindo que cada função urbana forneça serviços dentro da área compreendida por seu raio de influência. Ao contrário da maioria das análises urbanas que consideram o raio de influência em SIG, cujos resultados são apresentados graficamente por um conjunto de raios e sua densidade em uma determinada área corresponde ao nível de serviço da área, o método aqui proposto e apresentado permitiu sua quantificação numérica sobre quadriculas, focando no receptor dos serviços, em vez de focar nos ofertantes.

Para testar o método, foi realizado um estudo de caso na bacia do Canal do Mangue, com o apoio adicional de ferramentas de modelagem matemática que permitiram a simulação de mapas de inundação esperados para dois cenários de inundação, como estressores das funções da cidade. O diagnóstico da situação atual da bacia hidrográfica, em situação de não inundação, serviu de referência, permitindo a comparação com os impactos dos cenários de inundação na provisão de funções urbanas. A comparação entre os dois cenários de inundação permitiu mensurar os impactos das ações de mitigação de inundação propostas no desempenho do CAS e enfatizou a magnitude dos efeitos em cascata devido a problemas de inundação.

Como principais resultados, no cenário atual, em caso de inundação, 33% das unidades territoriais comprometem o nível total de serviços em 71% (mais do que dobrando, especialmente, os efeitos da inundação). Comparativamente, porém, no cenário do projeto, com a adoção das ações de mitigação de inundações, a área inundada foi reduzida em 47%, melhorando o nível total de serviço em 86% (neste caso, quase dobrando os efeitos positivos de mitigação de inundação).

Os resultados obtidos corroboram a hipótese de que os danos causados pelas inundações se propagam para além das áreas diretamente afetadas, para territórios de grande escala, senão por danos físicos, por interrupções de serviço, ao longo das interdependências existentes dos subsistemas da cidade. Essas mesmas interdependências afetam a escalada de efeitos positivos das ações de mitigação de inundações, para todo o sistema, melhorando o desempenho da cidade e, conseqüentemente, a qualidade de vida dos cidadãos. Também reforçam a

possibilidade de enfrentar o problema das inundações urbanas, em nível de planejamento prévio, quando possível, considerando o sistema de drenagem como elemento estruturante do espaço, no processo de planejamento de ocupação da cidade.

É possível dizer que o método apresentado cumpriu seu objetivo de ser uma ferramenta replicável para avaliar a magnitude e espacialização do efeito em cascata causado por uma inundação urbana, na rede de funções de uma bacia hidrográfica urbana. A magnitude pode ser avaliada pelo conjunto de indicadores numéricos propostos, enquanto a espacialização pelos mapas resultantes.

Como limitações do trabalho, pode-se citar que os intervalos adotados para representação de 5 níveis de serviço (“muito ruim”, “ruim”, “regular”, “bom” e “muito bom”) considerado no estudo de caso se baliza em valores máximos e mínimos locais, inerentes a região de estudo e, portanto, não devem ser transferidos para análise de outras bacias sem uma reflexão prévia. Um intervalo de valores que represente um nível de serviço “muito bom” numa bacia, pode ser considerado como “regular” ou “ruim” em outra bacia mais bem servida de funções urbanas, por exemplo. Para evitar esse problema e permitir comparações entre casos, sugere-se que se busque uma bacia que possa ser adotada como referência positiva de oferta de serviços para balizar a construção da escala.

Ainda com relação aos níveis de serviço em cada quadrícula, a sua quantificação numérica considerou, simplificada, à proximidade de equipamentos urbanos, sem avaliar se os mesmos têm capacidade para o atendimento do número de pessoas na sua área de influência ou ainda se os equipamentos são mesmo acessíveis, considerando questões de acesso público e privado. Vale dizer que os raios de influência também são uma aproximação da distância real ao equipamento comunitário, à medida que considera uma distância em linha reta, planejada, e que não necessariamente representa a distância real ao equipamento, uma vez que desconsidera eventuais obstáculos físicos como edificações ou diferenças de cota topográfica. Apesar das dificuldades associadas a estas especificações, seria interessante, pelo menos, separar o atendimento público do privado e considerar duas mediadas em paralelo: a do atendimento público e a do atendimento total. Considerando que a primeira sugestão efetuada antes (relativa a ter uma bacia-modelo de referência), talvez a questão do adequado atendimento, em termos de efetiva capacidade de ofertar os serviços com qualidade para toda a população, possa estar embutida na escala padronizada. Porém, a distinção entre público e privado continuaria a ser importante, para comparação com o perfil específico da bacia considerada. Para resolver o problema da declividade, esta poderia ser avaliada entre centros

de quadículas considerados e seria possível aplicar uma penalidade para o raio de influência, diminuindo-o conforme a declividade cresce.

Outra limitação da metodologia é o fato de ela utilizar simulações prévias de manchas de inundação esperadas da área de estudo, realizadas em modelo hidrodinâmico. Sendo assim, apesar de simples, só é facilmente replicável se houver esse tipo de simulação da área onde se pretende aplicá-la, o que pode ser um entrave para a sua utilização ampla, para o objetivo proposto a que se destina – principalmente para a avaliação comparativa de alternativas de projeto. Porém, se houver uma mancha de inundação de referência (histórica, mapeada pela memória da população, por notícias de jornais ou informações de redes sociais, por câmeras de vídeo, etc.) a metodologia proposta ainda pode ser utilizada para fins de diagnóstico da situação atual (porém, sem possibilidade de prognósticos).

5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, poder-se-ia, considerando a limitação da do nível de serviço à realidade local da bacia, analisar comparativamente o nível de serviço de ofertas urbanas obtido em diferentes bairros/bacias hidrográficas de uma mesma cidade, ou de outra cidade que possa ofertar uma referência positiva, de modo a estabelecer uma escala comum para os níveis de serviço de “muito ruim” a “muito bom”. Poder-se-ia, então, verificar também se esse indicador pode ser relacionado com algum indicador de qualidade de vida já existente. Sugere-se também separar a análise em níveis de atendimento total (que foi feito nesta dissertação) e nível de atendimento por funções públicas. Essas análises podem ser ainda comparadas com mapas de renda para a região em estudo.

Outra sugestão seria aplicar a metodologia em bacias não tão urbanizadas, com mais espaços livres disponíveis, onde as possibilidades de adoção de ações de drenagem sustentável seriam maiores, para então avaliar de forma mais efetiva o resultado esperado ainda mais positivo, no sentido de diminuição dos efeitos em cascata, pelo incremento da resiliência do sistema de drenagem.

Adicionalmente, os raios de influência podem ser ajustados para refletir dificuldades de movimentação (em áreas íngremes, por exemplo), usando-se multiplicadores para reduzir seu tamanho. Por exemplo, se um dado raio de caminhada envolve regiões planas, ou aproximadamente planas, este se mantém conforme previsão original; porém, se ele está em uma região com declives de 10 ou 15%, a predisposição a caminhar reduz este raio por um certo multiplicador/redutor (a definir).

Sugere-se ainda, sempre que possível, como forma de apresentação de resultados, cruzar os cenários de inundação com dados de densidade populacional, de modo a verificar o número de pessoas impactadas antes e depois das melhorias propostas no sistema de drenagem. Os dados populacionais humanizam às análises espaciais e contribuiriam para a percepção da importância da adoção de medidas de drenagem sustentável.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, D. Models of Social Vulnerability to Disasters*. **RCCS Annual Review**, n. 4, 2012.

ALEXANDER, D. A magnitude scale for cascading disasters. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 30, n. November 2017, p. 180–185, 2018.

ALVES, R. B.; KUHNEN, A.; CRUZ, R. M. Escala de apego à moradia em área de risco: construção e evidências baseadas no conteúdo. **Saúde em Debate**, v. 43, n. spe3, p. 137–151, 2019.

ATLANTA REGIONAL COMISSION. **Georgia Stormwater Management Manual Volume 2: Technical Handbook**. [s.l.] Atlanta Regional Comission, 2001.

BARBEDO, J.; MIGUEZ, M. G.; HORST, D. VANS DER; MARINS, M. Enhancing ecosystem services for flood mitigation: a conservation strategy for peri-urban landscapes? **Ecology and Society**, v. 19, n. 2, p. 316–318, 2014.

BATISTA, G.; ORTH, D.; BORTOLUZZI, S. Geoprocessamento para determinação de acessibilidade aos equipamentos educacionais como ferramenta de apoio aos Estudos de Impacto de Vizinhança: estudo de caso na Planície. n. 2001, p. 6896–6902, 2011.

BATTEMARCO, B. P. **Quadro Metodologico para Avaliação Quantitativa de Projetos de Urbanização, sob a Ótica da Interação Água e Cidade**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.

BECK, U. **Sociedade de Risco: Rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: Editora 34, 2011.

BENEDICT, M. A.; MACMAHON, E. T. **Green Infrastructure: Linking landscapes and communities**. Washington: Island Press, 2006.

BIRKMANN, J. **Measuring Vulnerability to Natural Hazards**. 2. ed. Tokyo: United Nations University Press, 2013.

BOIN, A.; MCCONNELL, A. Preparing for Critical Infrastructure Breakdowns. **Journal of contingencies and crisis management**, v. 15, n. 1, p. 50–59, 2007.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967 - Dispõe sobre a organização da Administração Federal, estabelece diretrizes para a Reforma Administrativa e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0200.htm>. Acesso em: 8 ago. 2022.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 - Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm>. Acesso em: 15 maio. 2022.

BRASIL. Constituição da Republica Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 15 maio. 2022a.

BRASIL. Decreto nº 97.274, de 16 de dezembro de 1988 - Dispõe sobre a organização do Sistema Nacional da Defesa Civil - SINDEC e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 9.785, de 29 de janeiro de 1999 - Altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941 (despropriação por utilidade pública) e as Leis nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (registros públicos) e nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (parcelamento sol. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9785.htm>. Acesso em: 15 maio. 2022.

BRASIL. Decreto nº 5.376 de 17 de fevereiro de 2005 - Dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC e o Conselho Nacional de Defesa Civil, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5376.htm>. Acesso em: 15 maio. 2022.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 - Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-publicacaooriginal-64311-pl.html>>. Acesso em: 15 maio. 2022.

BRASIL. Portaria nº 2, de 8 de fevereiro de 2008 - Institui Grupos Técnicos de Segurança de Infra-estruturas Críticas (GTSIC) e dá outras providências. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=11/02/2008>>. Acesso em: 15 maio. 2022.

BRASIL. O Estatuto da Cidade Comentado Ministério das Cidades; Aliança de Cidades. [s.l: s.n.].

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012 - Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação d. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/norma/589531/publicacao/15760049>>. Acesso em: 15 maio. 2022.

BRASIL. Decreto nº 9.573 de 22 de novembro de 2018 - Aprova a Política Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9573.htm>. Acesso em: 15 maio. 2022a.

BRASIL. Portaria nº 53 de 4 de julho de 2018, do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-53-de-4-de-julho-de-2018-31548279>>. Acesso em: 15 maio. 2022b.

BRASIL. Decreto nº 10.569 de 9 de dezembro de 2020 - Aprova a Estratégia Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10569.htm>. Acesso em: 15 maio. 2022.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Guia Caixa Sustentabilidade Ambiental: Boas Práticas para Habitação mais Sustentável. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2010. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/userfiles/download/guia_selo_casa_azul_caixa.pdf>.

CAMACHO, N.; ONGARO, D.; ZAMBRANO, L. Requisitos para avaliação de sustentabilidade de empreendimentos de interesse social. VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. *Anais...* Vitória/ES: 2011.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. *Introdução à Ciência da Geoinformação*, 2000.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Modelagem de Dados em Geoprocessamento. Geoprocessamento em Projetos Ambientais, 1998.

CANHOLI, A. P. Drenagem urbana e controle de enchentes. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

CAPRA, F. A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 1996.

CARVALHO, G. A. Contribuições metodológicas ao planejamento urbano: comparação de métodos de análise multivariada e modelos de simulação da paisagem urbana: aplicações na Regional Pampulha, Belo Horizonte. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.

CARVALHO, M. L. D. **Reabilitação física e recuperação da saúde no contexto dos desastres naturais: estudo de caso em Nova Friburgo**. [s.l: s.n.].

COFFMAN, L. S.; CHENG, M.; WEINSTEIN, N. **Low-Impact Development Hydrologic Analysis and Design**. Proceedings of the 25th Annual Conference on Water Resources Planning and Management. **Anais...**Nova York: ASCE, 1998.

COLAÇO, P. M. P. L. M. **CrITÉrios para o planeamento de equipamentos de saúde . Análise de Caso de Estudo no contexto urbano da AML**. [s.l.] Universidade Nova de Lisboa, 2011.

CONCELHO MUNDIAL DA ÁGUA. Comece pela Água: Incluindo a água nas agendas de ação local para promover mudanças globais. **Concelho Mundial da Água**, 2018.

COPPETEC. **Execução de concepção e de projetos de obras civis e ações de controle das enchentes na Bacia Hidrográfica do Canal do Manguê**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

COPPETEC. **Modelagem Matemática de Cheias Urbanas, Através de Células de Escoamento, como Ferramenta na Concepção de Projetos Integrados de Combates às Enchentes: Detalhamento das Obras Propostas para a Bacia do Rio Joana. Relatório VI - PEC 4221 – Projeto CT-Hidro**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

CORDOVEZ, J. C. G. **Geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana**. Anais - I Simposio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. **Anais...**2002. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr1/pdfs/pa_pu_01.PDF>

DAVIS JR., C. A. Padronização do Intercâmbio de Informações Geográficas. **Revista Fator GIS**, v. 4, n. 14, 1996.

DREUX, V. P. **Uma Avaliação da Legislação Urbanística na Provisão de Equipamentos Urbanos, Serviços e Áreas de Lazer em Conjuntos Habitacionais**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. Análise Espacial e Geoprocessamento. In: **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004.

EM-DAT. **The International Disaster Database**. [s.l.] Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2015.

EM-DAT. **The EM-DAT Atlas Contry Profile: Brazil**. Disponível em: <https://www.emdat.be/emdat_atlas/sub_html_pages/sub_html_BRA.html>. Acesso em: 10 maio. 2022.

ESRI. **ArcGIS 9: Geoprocessing Commands Quick Reference Guide**. [s.l.] ESRI, 2008.

FABER, R. Flood Risk Analysis : Residual Risks and Uncertainties in an Austrian Context. n. December, p. 143, 2006.

FERRARI, C. **Curso de planejamento municipal integrado**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1977.

FLETCHER, T. D.; SHUSTER, W.; HUNT, W. F.; ASHLEY, R.; BUTLER, D.; ARTHUR, S.; TROWSDALE, S.; BARRAUD, S.; SEMADENI-DAVIES, A.; BERTRAND-KRAJEWSKI, J. L.; MIKKELSEN, P. S.; RIVARD, G.; UHL, M.; DAGENAIS, D.; VIKLANDER, M. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, v. 12, n. 7, p. 525–542, 2015.

FREITAS, J. C. C. **Metodologias de Planeamento: Análise Comparativa**. [s.l.] Universidade de Lisboa, 2014.

GOUVÊA, L. A. **Cidade Vida: curso de desenho ambiental urbano**. São Paulo: Nobel, 2008.

GUARANI, A. P.; TEIXEIRA, E.; ALCHORNE, S. Desastres ambientais e ação governamental: o Centro de Operações Rio e a experiência institucional da prefeitura do Rio de Janeiro. **O social em questão**, p. 313–324, 2015.

GUIMARÃES, L. F. **Metodologia para avaliação da capacidade de recuperação em função de prejuízos de sucessivos eventos de inundação**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

GUIMARÃES, P. P. **Configuração urbana: evolução, avaliação, planejamento e urbanização**. São Paulo: ProLivros, 2004.

GUTERRES, E. C. Regulação de Riscos e Proteção de Infraestruturas Críticas: os novos ventos do fenômeno regulatório. **Revista de Direito Setorial e Regulatório**, v. 2, n. 1, p. 107–160, 2016.

GUTIERREZ, A. I. R.; RAMOS, I. C. Drenagem urbana sustentável para a concretização de metas de ODS/ONU. **Archdaily**, p. 1, 2019.

HAMMERLI, B.; RENDA, A. **Protecting Critical Infrastructure in the EU**. [s.l.: s.n.]. IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

IPP. **Instituto Pereira Passos**. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/ipp>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

JHA, A. K.; BLOCH, R.; LAMOND, J. Cidades e Inundação: Um Guia para a Gestão Integrada de Inundação Urbanas para o Século XXI. **The World Bank**, p. 1–54, 2012.

LEED. Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development. **U.S. Green Building Council**, 2009.

LHOMME, S.; SERRE, D.; DIAB, Y.; LAGANIER, R. GIS development for urban flood resilience. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 129, p. 661–671, 2010.

LHOMME, S.; SERRE, D.; DIAB, Y.; LAGANIER, R. Analyzing resilience of urban networks: A preliminary step towards more flood resilient cities. **Natural Hazards and Earth System Science**, v. 13, n. 2, p. 221–230, 2013.

LIAO, K. H. A theory on urban resilience to floods-A basis for alternative planning practices. **Ecology and Society**, v. 17, n. 4, 2012.

LIMA, C. A. Multiespacialidades Metropolitanas e Construção Social do Lugar - Rumos para a sustentabilidade. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 9, p. 39–56, 2004.

LOURENÇO, I. B. **Rios Urbanos E Paisagens Multifuncionais: O Projeto Paisagístico Na Requalificação Urbana e Ambiental**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

LOURENÇO, I. B. **Metodologia para Planejamento da Paisagem Urbana: A Drenagem como Sistema Estruturante do Planejamento e o Sistema de Espaços Livres Multifuncional como Ordenador da Paisagem Urbana**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2022.

MAANTAY, J.; MAROKO, A. Mapping Urban Risk: Flood Hazards, Race, & Environmental Justice in New York. **Applied Geography**, n. 29, p. 121–124, 2009.

MAANTAY, J.; ZIEGLER, J. Basic Mapping and GIS. In: **GIS for Urban Environment**. 1ª ed. Califórnia, EUA: ESRI Press, 2006.

MACHADO, M. L.; NASCIMENTO, N.; BAPTISTA, M.; GONÇALVES, M.; SILVA, A.; LIMA, J. C.; DIAS, R.; SILVA, A. Curvas de Danos de inundação versus Profundidade De Submersão : Desenvolvimento De Metodologia. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 2, p. 35–52, 2005.

MELO, D. H. C.; SILVA, H. M.; BRITO, P. L.; MENEZES, L. A. Sistemas de Informação Geográfica: Uma análise sobre o desenvolvimento técnico, tecnológico, acadêmico e conceitual. **Revista MundoGEO**, v. Ano 17, n. 83, 2016.

MIGUEZ, M. G. **Modelo matemático de células de escoamento para bacias urbanas**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

MIGUEZ, M. G.; BATTEMARCO, B. P.; DE SOUSA, M. M.; REZENDE, O. M.; VERÓL, A. P.; GUSMAROLI, G. Urban flood simulation using MODCEL-an alternative quasi-2D conceptual model. **Water (Switzerland)**, v. 9, n. 6, 2017.

MIGUEZ, M. G.; MAGALHÃES, L. P. C. Urban Flood Control, Simulation and Management - an Integrated Approach. In: **Methods and Techniques in Urban Engineering**. Rio de Janeiro: IntechOpen, 2010. p. 13.

MIGUEZ, M. G.; REZENDE, O. M.; VERÓL, A. P. City growth and urban drainage alternatives: Sustainability challenge. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 141, n. 3, p. 1–10, 2015.

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. 1a ed. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

MORA, R. **Sustainable Urban Drainage**. Proceedings of the 3rd International Congress on Sustainable Construction and Eco-Efficient Solutions. **Anais...Sevilha**: Universidade de Sevilha. Escola Técnica Superior de Arquitetura, 2017.

MORAES, A. F.; GOUDARD, B.; OLIVEIRA, R. Reflexões sobre a cidade, seus equipamentos urbanos e a influência destes na qualidade de vida da população. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, v. 5, n. 2, p. 93–103, 2008.

NAHAS, M. I. P.; PEREIRA, M. A. M.; ESTEVES, O. A.; GONÇALVES, E. **Metodologia de Construção do Índice de Qualidade de Vida Urbana dos Municípios Brasileiros (IQVU-BR)**: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)., 2016. Disponível em:

<<https://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/1525/1489>>

NEVES, F. H. Planejamento de equipamentos urbanos comunitários de educação: algumas reflexões. **Cadernos Metrópole**, v. 17, n. 34, p. 503–516, 2015.

OLIVEIRA, A. K. B. **O Sistema de Drenagem como Eixo Estruturante do Planejamento Urbano: Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Acari**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

OLIVEIRA, A. K. B.; LOURENÇO, I. B.; MACHADO, R. K.; SOUSA, M. M.; REZENDE, O. M.; MAGALHÃES, P. C.; MIGUEZ, M. G. **Drainage System and Flood Control as a Preliminary Structuring Axis for Urban Planning: Case Study of the Acari**

River Basin, in the Metropolitan Region of Rio de Janeiro. 13th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems. **Anais...**Palermo: 2018.

PAIVA, O. V. **Rio Trapicheiros: Requalificação do Percorso Heitor Beltrão - Gabriela Prado Maia Ribeiro.** [s.l.] UFRJ, 2017.

PALAZZO, L. A. M. **Complexidade, Caos e Auto-organização.** Universidade Católica de Pelotas, 2004. Disponível em: <http://professores.dcc.ufla.br/~monserrat/isc/Complexidade_caos_autoorganizacao.html>.

Acesso em: 3 ago. 2022.

PDMAP. **Memorial descritivo das intervenções para controle de inundações na bacia hidrográfica do Canal do Mangue – Reservatórios de Detenção.** Rio de Janeiro: Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro, 2011.

PEDERSON, P.; DUDENHOEFFER, D.; HARTLEY, S.; PERMANN, M. Critical infrastructure interdependency modeling: a survey of US and international research. **Idaho National Laboratory**, 2006.

PESCAROLI, G.; ALEXANDER, D. A definition of cascading disasters and cascading effects : Going beyond the “ toppling dominos ” metaphor. **GRF Davos Planet@Risk**, 2015.

PESCAROLI, G.; KELMAN, I. How critical infrastructure orients international relief in cascading disasters. **Proceedings of the 6th International Disaster and Risk Conference: Integrative Risk Management - Towards Resilient Cities, IDRC Davos 2016**, v. 2005, p. 502–505, 2016.

PMSB. **Plano Municipal de Saneamento Básico da Cidade do Rio de Janeiro – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4282910/4152311/PMSB_DRENAGEMEMANEJO_DEAGUASPLUVIAIS.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIÂNIA. **Anexo VII – Plano Diretor – Lei Complementar nº 171 – Diário Oficial Nº 4.147 de 26 de junho de 2007.**

REZENDE, O. M. **Integração de Ferramentas de Manejo das Águas Pluviais no Processo de Planejamento do Território para redução dos Riscos de Inundação e incremento da Resiliência das Cidades.** [s.l.] UFRJ, 2018.

RODRÍGUEZ, M. I.; CUEVAS, M. M.; MARTÍNEZ, G.; MORENO, B. Planning criteria for water sensitive urban design. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 191, n. September, p. 1579–1591, 2014.

ROSSI, A. M. G.; SILVA, G. S.; CORRÊA, R. M.; ESSER, B. C.; MACHADO, G. W.; MORAIS, B. U. **Análise ambiental , social e urbana de um sistema complexo : Comunidade da Rocinha , Rio de Janeiro**. 2018.

SANTOS, C. N. F. **A cidade como um jogo de cartas**. São Paulo: Projeto Editores, 1988.

SAYERS, P.; LI, Y.; GALLOWAY, G.; PENNING-ROWSELL, E.; SHEN, F.; KANG, W.; YIWEI, C.; QUESNE, T. L. **Flood Risk Management: A Strategic Approach**. [s.l: s.n.].

SECRETARIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL; UFSC. **Capacitação Básica em Proteção e Defesa Civil**. 5ª ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

SERRE, D. Ds3 model testing: Assessing critical infrastructure network flood resilience at the neighbourhood scale. In: **The Urban Book Series**. [s.l.] Springer International Publishing AG 2018, 2018. p. 207–220.

SERRE, D.; HEINZLEF, C. Assessing and mapping urban resilience to floods with respect to cascading effects through critical infrastructure networks. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 2018.

STROHAECKER, T. M.; VERRAN, P. G.; BARTH, F. K. B. Análise Espacial da Acessibilidade a Equipamentos Públicos Comunitários na Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso – Porto Alegre/RS. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 1, n. 2, p. 90–108, 2015.

TADI, M.; MANESH, S. Transformation of an urban complex system into a more sustainable form via integrated modification methodology (IMM). **International Journal of Sustainable Development and Planning**, v. 9, n. 4, p. 514–537, 2014.

TEIXEIRA, F. C.; BECKER, B. R.; LOURENÇO, I. B.; OLIVEIRA, A. K. B.; MIGUEZ, M. G. **Measuring cascading effects on urban functions due to urban floods**. SDEWES 2020. **Anais...**Buenos Aires: 2020.

TINGSANCHALI, T. Urban flood disaster management. **Procedia Engineering**, v. 32, p. 25–37, 2012.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais : conhecer para prevenir**. [s.l: s.n.].

TORRES, M. G. C. El equipamiento urbano de la Educación Superior en la ZMCM. **Revista Gestion Y Estrategia** 2, p. 21–27, 1992.

UNISDR. **Terminology on Disaster Risk Reduction**. Switzerland: United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), 2009.

UNITED NATIONS. Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters. **World Conference on Disaster Reduction (A/CONF.206/6)**, p. 25, 2005.

UNITED NATIONS. International Strategy for Disaster Reduction Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. **World Conference on Disaster Reduction**, 2015.

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects 2018** Webpage. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/>>.

VARGAS, H. R. A. Guía Municipal para la Gestión del Riesgo. **Banco mundial**, p. 150, 2010.

VERÓL, A. P. River Restoration Integrated with Urban Waters Management for Resilient Cities. v. 01, n. 01, p. 345, 2013.

WANG, X.; CHEN, C.; LIU, Z. **Evolution of Geographic Information Systems research front using information visualizing network**. WIS 2008, Berlin. **Anais...**2008.

WILCHES-CHAUX, G. La vulnerabilidad global. In: **Los desastres no son naturales**. [s.l.] Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 1993. p. 11–41.

WONG, T. H. F. Water sensitive urban design - the journey thus far. **Australasian Journal of Water Resources**, v. 10, n. 3, p. 213–222, 2006.

WOODS-BALLARD, B.; WILSON, S.; UDALE-CLARKE, H.; ILLMAN, S.; SCOTT, T.; ASHLEY, R.; KELLAGHER, R. The SUDS manual. 2015.

Apêndice

Apêndice 1

Detalhamento dos dados e operações no ArcGIS

TABELAS DE ATRIBUTOS DOS *SHAPEFILES* DE EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS CONSIDERADOS, POR TEMA

As tabelas apresentadas apresentam um padrão de 5 colunas:

- Coluna 1, “FID”: Corresponde ao um número sequencial do equipamento no *shapefile* (arquivo com extensão .shp). O número total de equipamentos de um tema pode, portanto, ser obtido pelo último número dessa coluna + 1, considerando que a primeira linha é identificada como zero;
- Coluna 2, “Shape”: Identifica o tipo de elemento representado, no caso pontos, correspondentes aos equipamentos comunitários;
- Coluna 3, “Name”: Identifica o nome do equipamento comunitário considerado;
- Coluna 4, “Tipo”: Identifica o subtipo de equipamento, dentro do tema;
- Coluna 5, “BUFF DIST”: Identifica o raio de influência do equipamento, relacionado ao subtipo. Observe-se que para os raios de influência “regional”, que ultrapassam os limites da área de estudo, para fins de execução no ArcGIS, utilizou-se o raio de 50.000 m;

EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS DO TEMA SAÚDE

FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
0	Point ZM	Hospital Clínica Grajaú	hospital	50.000
1	Point ZM	Hospital Casa Italiano	hospital	50.000
2	Point ZM	INCA Unidade Hospitalar IV	hospital	50.000
3	Point ZM	CMS Carlos Figueiredo Filho	centro medico	1.000
4	Point ZM	Hospital São Francisco na Providência de Deus	hospital	50.000
5	Point ZM	Hospital Federal do Andaraí	hospital	50.000
6	Point ZM	Centro Municipal de Saúde Maria Augusta Estrella	centro medico	1.000
7	Point ZM	Memorial Saúde	centro medico	1.000
8	Point ZM	Clinicas Reunidas São Victor	centro medico	1.000
9	Point ZM	Hospital Municipal Jesus	hospital	50.000
10	Point ZM	Centro Municipal de Saúde Heitor Beltrão	centro medico	1.000
11	Point ZM	Hospital Casa Evangélico	hospital	50.000
12	Point ZM	Hospital Pasteur Unidade Avançada Tijuca	hospital	50.000
13	Point ZM	UPA - Tijuca	centro medico	1.000
14	Point ZM	Hospital da Criança - Prontobaby	hospital	50.000
15	Point ZM	laserj Maracanã	centro medico	1.000
16	Point ZM	Hospital Universitário Pedro Ernesto	hospital	50.000
17	Point ZM	Hospital Doutor Badim	hospital	50.000
18	Point ZM	Hospital Sírio Libanês Rio	hospital	50.000
19	Point ZM	Hostipal Panamericano	hospital	50.000
20	Point ZM	Casa de Saúde Santa Therezinha	centro medico	1.000
21	Point ZM	Hospital Casa Prontocor	hospital	50.000
22	Point ZM	Hospital Universitário Gaffree Guinle	hospital	50.000
23	Point ZM	Hospital Israelita Albert Sabin	hospital	50.000
24	Point ZM	Centro Municipal de Reabilitação Oscar Clark	centro medico	1.000
25	Point ZM	Hospital Quinta D'Or	hospital	50.000

FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
26	Point ZM	Hospital Central Aristarcho Pessoa	hospital	50.000
27	Point ZM	Hospital Casa de Portugal	hospital	50.000
28	Point ZM	Hospital Central da Aeronáutica	hospital	50.000
29	Point ZM	Hospital São Vicente de Paula	hospital	50.000
30	Point ZM	Hospital Pedro de Alcântara	hospital	50.000
31	Point ZM	Centro Municipal de Saúde Salles Neto	centro medico	1.000
32	Point ZM	Hospital do Amparo	hospital	50.000
33	Point ZM	Hospital da Polícia Militar	hospital	50.000
34	Point ZM	Hospital São Francisco de Assis	hospital	50.000
35	Point ZM	INCA - Instituto Nacional de Câncer	hospital	50.000
36	Point ZM	Centro Municipal de Saúde Oswaldo Cruz	centro medico	1.000
37	Point ZM	Hospital Central do IASERJ	hospital	50.000

EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS DO TEMA EDUCAÇÃO

FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
0	Point ZM	Creche Municipal Tia Maria	creche	500
1	Point ZM	Creche Municipal São Sebastião - Arrelia	creche	500
2	Point ZM	Creche Municipal Nova Divinéia	creche	500
3	Point ZM	Creche Municipal Papa João Paulo II	creche	500
4	Point ZM	Escola Municipal Professor Lourenço Filho	fundamental	1.000
5	Point ZM	Escola Estadual Eees Francisco Manoel	medio	1.500
6	Point ZM	Escola Estadual Eees Francisco Manoel	medio	1.500
7	Point ZM	Escola Municipal Duque de Caxias	fundamental	1.000
8	Point ZM	Escola Campos do Saber	fundamental	1.000
9	Point ZM	Escola Municipal Jornalista Assis Chateaubriand	fundamental	1.000
10	Point ZM	Escola Municipal Mário de Andrade	fundamental	1.000
11	Point ZM	Ciep Presidente Salvador Allende	fundamental	1.000
12	Point ZM	Escolas Estaduais Ciep Brizolao Presidente Salvador Allende	medio	1.500
13	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Professora Suely de Pinho Caval	creche	500
14	Point ZM	Colégio Palas	fundamental	1.000
15	Point ZM	Ciep Doutor Antoine Magarinos Torres Filho	fundamental	1.000
16	Point ZM	Creche Municipal Raio de Sol	creche	500
17	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Borel	creche	500
18	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Dr. Marcelo Candia	creche	500
19	Point ZM	Creche Municipal Casa Branca - Professor Paulo Freire	creche	500
20	Point ZM	Creche Municipal Winnie Mandela	creche	500
21	Point ZM	Creche Municipal Cantinho do Céu	creche	500
22	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Aníbal Machado	creche	500
23	Point ZM	Creche Municipal Galdino Manoel da Silva	creche	500
24	Point ZM	Escola Municipal Rodrigo Mello Franco Andrade	fundamental	1.000
25	Point ZM	Escola Municipal Epiácio Pessoa	fundamental	1.000
26	Point ZM	Escola Municipal Afrânio Peixoto	fundamental	1.000
27	Point ZM	Escola Vidae	fundamental	1.000
28	Point ZM	UERJ	universidade	50.000
29	Point ZM	Escola Municipal Francisco Campos	fundamental	1.000
30	Point ZM	Escola Municipal Panamá	fundamental	1.000
31	Point ZM	Escola Municipal Presidente João Goulart	fundamental	1.000
32	Point ZM	Educandário Sagrada Família	fundamental	1.000
33	Point ZM	Creche Municipal Germinal da Vila	creche	500
34	Point ZM	Creche Municipal Solange Maria Magalhães	creche	500
35	Point ZM	Escola Municipal Jornalista Brito Broca	fundamental	1.000

FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
36	Point ZM	Creche Municipal Doutor Ronaldo Luiz Gazolla	creche	500
37	Point ZM	Colégio dos Santos Anjos	fundamental	1.000
38	Point ZM	Colégio Palas	fundamental	1.000
39	Point ZM	Universidade Cândido Mendes	universidade	50.000
40	Point ZM	Escola Municipal Almirante Barroso	fundamental	1.000
41	Point ZM	Escola Municipal Barão de Itacurussá	fundamental	1.000
42	Point ZM	Escola Municipal Soares Pereira	fundamental	1.000
43	Point ZM	CEU - Jardim Escola Pedacinho de Vida	fundamental	1.000
44	Point ZM	Escola Estadual Eees Panama	medio	1.500
45	Point ZM	Escola Estadual Colégio Estadual Chico Anysio	medio	1.500
46	Point ZM	Escola Municipal Afonso Pena	fundamental	1.000
47	Point ZM	Rede MV1	fundamental	1.000
48	Point ZM	Escola Estadual Colégio Estadual Afonso Penna	medio	1.500
49	Point ZM	Escola Municipal Baptista Pereira	fundamental	1.000
50	Point ZM	Escola Municipal Francisco Manuel	fundamental	1.000
51	Point ZM	Colégio Barão de Lucena	fundamental	1.000
52	Point ZM	Colégio Integrado Martins	fundamental	1.000
53	Point ZM	Intellectus Colégio e Curso	fundamental	1.000
54	Point ZM	Escola Municipal Equador	fundamental	1.000
55	Point ZM	Colégio Santos Dumont COSAD	fundamental	1.000
56	Point ZM	Colégio Nossa Senhora de Lourdes	fundamental	1.000
57	Point ZM	Colégio Palas	fundamental	1.000
58	Point ZM	Colégio Batista Shepard	fundamental	1.000
59	Point ZM	Colégio Palas	creche	500
60	Point ZM	Colégio Palas	fundamental	1.000
61	Point ZM	Escola Municipal Prudente de Moraes	fundamental	1.000
62	Point ZM	Escola Municipal Laudímia Trotta	fundamental	1.000
63	Point ZM	Colégio Elza Campos	fundamental	1.000
64	Point ZM	Escola Municipal Leitão da Cunha	fundamental	1.000
65	Point ZM	PENSI - Colégio e Curso Ponto de Ensino	fundamental	1.000
66	Point ZM	Meimei Escola	fundamental	1.000
67	Point ZM	Escola Municipal Barão Homem de Mello	fundamental	1.000
68	Point ZM	Colégio IBA - Wakigawa	fundamental	1.000
69	Point ZM	Escola Municipal República Argentina	fundamental	1.000
70	Point ZM	Escola Municipal Madrid	fundamental	1.000
71	Point ZM	Escola Estadual Colégio Estadual João Alfredo Ceja SENAI	medio	1.500
72	Point ZM	Escola Estadual COLÉGIO ESTADUAL JOSÉ LEITE LOPES	medio	1.500
73	Point ZM	Creche Municipal Adalberto Ismael de Souza	creche	500
74	Point ZM	Escola Municipal Marechal Trompowsky	fundamental	1.000
75	Point ZM	Escola Municipal Bombeiro Geraldo Dias	fundamental	1.000
76	Point ZM	Creche Municipal Raízes do Salgueiro	creche	500
77	Point ZM	Colégio Santa Teresa de Jesus	fundamental	1.000
78	Point ZM	Ciep Samuel Wainer	fundamental	1.000
79	Point ZM	Colégio, Escola Técnica e Faculdade Silva e Souza	fundamental	1.000
80	Point ZM	Colégio MOPI	medio	1.500
81	Point ZM	Escola Municipal Orsina da Fonseca	fundamental	1.000
82	Point ZM	Escola Municipal General Euclides de Figueiredo	fundamental	1.000
83	Point ZM	Escola Municipal Mário da Veiga Cabral	fundamental	1.000
84	Point ZM	Escola Municipal Francisco Cabrita	fundamental	1.000
85	Point ZM	Colégio MOPI	fundamental	1.000
86	Point ZM	Colégio MOPI	fundamental	1.000
87	Point ZM	Colégio Militar	fundamental	1.000
88	Point ZM	Colégio Pedro II	fundamental	1.000
89	Point ZM	Colégio e Curso PH	fundamental	1.000
90	Point ZM	Escola Municipal	fundamental	1.000

FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
91	Point ZM	Escola Municipal Conselheiro Mayrink	fundamental	1.000
92	Point ZM	Escola Municipal Friedenreich	fundamental	1.000
93	Point ZM	Escola Especial Municipal Francisco de Castro	fundamental	1.000
94	Point ZM	ETE Ferreira Viana	universidade	50.000
95	Point ZM	Colégio 1º de Maio	fundamental	1.000
96	Point ZM	Colégio QI	fundamental	1.000
97	Point ZM	CEFET Celso Suckow da Fonseca	universidade	50.000
98	Point ZM	Universidade Veiga de Almeida	universidade	50.000
99	Point ZM	Escola Municipal Mestre Waldemiro	fundamental	1.000
100	Point ZM	Escola Municipal Portugal	fundamental	1.000
101	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Professora Simone Sousa Pimentel	creche	500
102	Point ZM	Creche Municipal Sonho Infantil	creche	500
103	Point ZM	Escola Municipal Frei Cassiano	fundamental	1.000
104	Point ZM	Universidade Estácio de Sá, João Uchoa	universidade	50.000
105	Point ZM	Escola Municipal Jenny Gomes	fundamental	1.000
106	Point ZM	Colégio Sagres	fundamental	1.000
107	Point ZM	Creche Municipal Doutor Sérgio Arouca	creche	500
108	Point ZM	Colégio Marya Raythe	fundamental	1.000
109	Point ZM	Escola Municipal Mário Cláudio	fundamental	1.000
110	Point ZM	Escola Municipal Azevedo Sodré	fundamental	1.000
111	Point ZM	Colégio Adventista da Tijuca	fundamental	1.000
112	Point ZM	PENSI - Colégio e Curso Ponto de Ensino	fundamental	1.000
113	Point ZM	IFRJ	universidade	50.000
114	Point ZM	Escola Municipal Benedito Ottoni	fundamental	1.000
115	Point ZM	Escola Municipal Reverendo Martin Luther King	fundamental	1.000
116	Point ZM	Escola Municipal Nilo Peçanha	fundamental	1.000
117	Point ZM	Creche Municipal José Marinho de Oliveira	creche	500
118	Point ZM	Creche Municipal Direitos Humanos	creche	500
119	Point ZM	Escola Municipal Pereira Passos	fundamental	1.000
120	Point ZM	Escola Municipal Mem de Sá	fundamental	1.000
121	Point ZM	Creche Municipal Campos da Paz	creche	500
122	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Beatriz Vicência Bandeira Ryff	creche	500
123	Point ZM	Creche Municipal Sempre Vida Santo Antônio de Pádua	creche	500
124	Point ZM	Escola Maria de Fátima	fundamental	1.000
125	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Fundação Leão XIII	creche	500
126	Point ZM	Creche Municipal Espaço Livre da Criança	creche	500
127	Point ZM	Escola Municipal Canadá	fundamental	1.000
128	Point ZM	Creche Municipal Estácio de Sá	creche	500
129	Point ZM	Ciep Avenida dos Desfiles	fundamental	1.000
130	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Heloísa Marinho	creche	500
131	Point ZM	Creche Municipal Fallet	creche	500
132	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Maria Luiza Nobre - Tia Luízinha	creche	500
133	Point ZM	Escola Municipal Estados Unidos	fundamental	1.000
134	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Lily Marinho	creche	500
135	Point ZM	Escola Municipal Guatemala	fundamental	1.000
136	Point ZM	Escola Municipal do Catumbi	fundamental	1.000
137	Point ZM	Escola Municipal Santa Catarina	fundamental	1.000
138	Point ZM	Creche Municipal Ana Maria da Cruz Silva	creche	500
139	Point ZM	Ciep Avenida dos Desfiles I	fundamental	1.000
140	Point ZM	Universidade Estácio de Sá	universidade	50.000
141	Point ZM	Escola Municipal Calouste Gulbenkian	fundamental	1.000
142	Point ZM	Escola Municipal Tia Ciata	fundamental	1.000
143	Point ZM	Espaço de Desenvolvimento Infantil Rachel de Queiroz	creche	500
144	Point ZM	Creche Municipal George Savalla Gomes - Palhaço Carequinha	creche	500

EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS DO TEMA MOBILIDADE

FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
0	Point ZM	BC0471 - Bicicletário Academia DNA	bicicletario	500
1	Point ZM	BC0140 - Bicicletário Praça Edmundo Rego	bicicletario	500
2	Point ZM	BC0141 - Bicicletário Praça Edmundo Rego	bicicletario	500
3	Point ZM	BC0629 - Bicicletário Grajaú	bicicletario	500
4	Point ZM	BC0121 - Bicicletário na Praça Malvino Reis, no Grajaú	bicicletario	500
5	Point ZM	pto onibus	onibus	500
6	Point ZM	pto onibus	onibus	500
7	Point ZM	pto onibus	onibus	500
8	Point ZM	BC0327 - Bicicletário Supermercados Guanabara	bicicletario	500
9	Point ZM	BC0728 - Bicicletário Banco do Brasil Vila Isabel	bicicletario	500
10	Point ZM	pto onibus	onibus	500
11	Point ZM	BC0065 - Bicicletário Boulevard Rio Shopping	bicicletario	500
12	Point ZM	BC0473 - Bicicletário Barão de São Francisco 296	bicicletario	500
13	Point ZM	BC0472 - Bicicletário Barão de São Francisco 238	bicicletario	500
14	Point ZM	BC0325 - Bicicletário Teodoro da Silva	bicicletario	500
15	Point ZM	pto onibus	onibus	500
16	Point ZM	pto onibus	onibus	500
17	Point ZM	BC0400 - Bicicletário Drograria Cristal	bicicletario	500
18	Point ZM	BC1108 - Bicicletário MetrôRio Estação Uruguai	bicicletario	500
19	Point ZM	BC1107 - Bicicletário MetrôRio Estação Uruguai	bicicletario	500
20	Point ZM	BC1018 - Bicicletário MetrôRio Estação Uruguai	bicicletario	500
21	Point ZM	Uruguai	metro	1.000
22	Point ZM	pto onibus	onibus	500
23	Point ZM	pto onibus	onibus	500
24	Point ZM	BC0461 - Bicicletário Hortifruti	bicicletario	500
25	Point ZM	BC0786 - Bicicletário SESC Tijuca	bicicletario	500
26	Point ZM	pto onibus	onibus	500
27	Point ZM	BC0326 - Bicicletário Academia Performance	bicicletario	500
28	Point ZM	pto onibus	onibus	500
29	Point ZM	BC0401 - Bicicletário Casa e Vídeo	bicicletario	500
30	Point ZM	BC0546 - Bicicletário Avenida Maracanã / Pinto de Figueiredo	bicicletario	500
31	Point ZM	BC0495 - Bicicletário Academia FlexGym	bicicletario	500
32	Point ZM	BC0027 - Bicicletário anexo a saída do Metrô Estação Saens Peña	bicicletario	500
33	Point ZM	BC0067 - Bicicletário Praça Saens Peña	bicicletario	500
34	Point ZM	BC0068 - Bicicletário Praça Saens Peña	bicicletario	500
35	Point ZM	Saens Peña	metro	1.000
36	Point ZM	pto onibus	onibus	500
37	Point ZM	BC0092 - Bicicletário Shopping Tijuca	bicicletario	500
38	Point ZM	BC0644 - Bicicletário Shopping Tijuca G2	bicicletario	500
39	Point ZM	BC0444 - Bicicletário em praça ao lado do Shopping Tijuca	bicicletario	500
40	Point ZM	BC0478 - Bicicletário Barão de Mesquita	bicicletario	500
41	Point ZM	BC0729 - Bicicletário Mundial	bicicletario	500
42	Point ZM	BC0069 - Bicicletário Comlurb - Tijuca	bicicletario	500
43	Point ZM	BC0332 - Bicicletário Major Ávila	bicicletario	500
44	Point ZM	BC0323 - Bicicletário Praça Varnhagen	bicicletario	500
45	Point ZM	BC1124 - Bicicletário Academia Physical	bicicletario	500
46	Point ZM	BC1123 - Bicicletário SENAI	bicicletario	500
47	Point ZM	BC0460 - Bicicletário Academia Physical	bicicletario	500
48	Point ZM	BC0139 - Bicicletário Maracanã Isidro de Figueiredo	bicicletario	500
49	Point ZM	BC0910 - Bicicletário Maracanã	bicicletario	500
50	Point ZM	pto onibus	onibus	500
51	Point ZM	pto onibus	onibus	500
52	Point ZM	BC0643 - Bicicletário Maracanã	bicicletario	500

FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
53	Point ZM	BC1063 - Bicicletário Estação Maracanã	bicicletario	500
54	Point ZM	Maracanã	trem	1.000
55	Point ZM	Mangueira	trem	1.000
56	Point ZM	Maracanã	metro	1.000
57	Point ZM	BC0442 - Bicicletário Rua Valparaíso	bicicletario	500
58	Point ZM	BC0362 - Bicicletário Largo da Segunda-Feira	bicicletario	500
59	Point ZM	BC0368 - Bicicletário São Francisco Xavier	bicicletario	500
60	Point ZM	pto onibus	onibus	500
61	Point ZM	BC1109 - Bicicletário Estação São Francisco Xavier	bicicletario	500
62	Point ZM	BC0019 - Bicicletário Metrô Estação São Francisco Xavier	bicicletario	500
63	Point ZM	BC0911 - Bicicletário Academia Delfim	bicicletario	500
64	Point ZM	BC0912 - Bicicletário Academia	bicicletario	500
65	Point ZM	São Francisco Xavier	metro	1.000
66	Point ZM	pto onibus	onibus	500
67	Point ZM	BC0029 - Bicicletário do Supermercado Extra	bicicletario	500
68	Point ZM	BC0459 - Bicicletário Barão de Mesquita	bicicletario	500
69	Point ZM	pto onibus	onibus	500
70	Point ZM	BC0450 - Bicicletário Maracanã - Av. Paula e Sousa	bicicletario	500
71	Point ZM	pto onibus	onibus	500
72	Point ZM	BC0129 - Bicicletário Universidade Veiga de Almeida	bicicletario	500
73	Point ZM	pto onibus	onibus	500
74	Point ZM	pto onibus	onibus	500
75	Point ZM	pto onibus	onibus	500
76	Point ZM	São Cristóvão	trem	1.000
77	Point ZM	pto onibus	onibus	500
78	Point ZM	São Cristóvão	metro	1.000
79	Point ZM	BC0551 - Bicicletário Quinta da Boa Vista	bicicletario	500
80	Point ZM	pto onibus	onibus	500
81	Point ZM	BC0537 - Bradesco Seguros	bicicletario	500
82	Point ZM	BC1110 - Bicicletário Estação Afonso Pena	bicicletario	500
83	Point ZM	BC0788 - Bicicletário Supermercado Pão de Açúcar	bicicletario	500
84	Point ZM	Afonso Pena	metro	1.000
85	Point ZM	pto onibus	onibus	500
86	Point ZM	BC0787 - Bicicletário Santa Amélia	bicicletario	500
87	Point ZM	BC0095 - Supermercado Mundial	bicicletario	500
88	Point ZM	Praça da Bandeira	trem	1.000
89	Point ZM	BC0538 - Drogaria Cristal	bicicletario	500
90	Point ZM	BC0018 - Bicicletário Metrô Estação Estácio	bicicletario	500
91	Point ZM	BC0563 - Bicicletário Praça Roberto Campos (Estácio)	bicicletario	500
92	Point ZM	BC0630 - Bicicletário Estácio	bicicletario	500
93	Point ZM	BC0398 - Bicicletário Centro de Convenções SulAmérica	bicicletario	500
94	Point ZM	BC0156 - Bicicletário Centro Administrativo São Sebastião (Prefeitura)	bicicletario	500
95	Point ZM	Estácio	metro	1.000
96	Point ZM	pto onibus	onibus	500
97	Point ZM	BC0324 - Bicicletário Prefeitura	bicicletario	500
98	Point ZM	BC0517 - Bicicletário Prédio Correios	bicicletario	500
99	Point ZM	pto onibus	onibus	500
100	Point ZM	Cidade Nova	metro	1.000
101	Point ZM	pto onibus	onibus	500
102	Point ZM	pto onibus	onibus	500
103	Point ZM	São Diogo	VLT	500
104	Point ZM	Praia Formosa	VLT	500
105	Point ZM	pto onibus	onibus	500
106	Point ZM	pto onibus	onibus	500
107	Point ZM	Rodoviária	VLT	500

FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
108	Point ZM	pto onibus	onibus	500
109	Point ZM	Praca Onze	metro	1.000
110	Point ZM	BC1115 - Bicicletário do Edifício General Caldwell	bicicletario	500
111	Point ZM	pto onibus	onibus	500
112	Point ZM	pto onibus	onibus	500
113	Point ZM	Central	metro	1.000
114	Point ZM	pto onibus	onibus	500
115	Point ZM	Central do Brasil	trem	1.000
116	Point ZM	BC0899 - Bicicletário Central do Brasil	bicicletario	500

EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS DO TEMA SEGURANÇA PÚBLICA

FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
0	Point ZM	Destacamento 2/11 - Grajaú	bombeiros	2.000
1	Point ZM	UPP Macacos	delegacia	2.000
2	Point ZM	UPP Borel	delegacia	2.000
3	Point ZM	UPP Andaraí	delegacia	2.000
4	Point ZM	DC - Polinter	delegacia	2.000
5	Point ZM	DCOD - Delegacia de Combate às Drogas	delegacia	2.000
6	Point ZM	UPP Formiga	delegacia	2.000
7	Point ZM	019ª DP – Tijuca	delegacia	2.000
8	Point ZM	Destacamento 3/11 - Tijuca	bombeiros	2.000
9	Point ZM	6º Batalhão de Polícia Militar	delegacia	2.000
10	Point ZM	11º GBM	bombeiros	2.000
11	Point ZM	020ª DP – Vila Isabel	delegacia	2.000
12	Point ZM	UPP Mangueira	delegacia	2.000
13	Point ZM	UPP Salgueiro	delegacia	2.000
14	Point ZM	UPP Turano	delegacia	2.000
15	Point ZM	018ª DP – Praça da Bandeira	delegacia	2.000
16	Point ZM	DBM 2/GOCG - Pça da Bandeira	bombeiros	2.000
17	Point ZM	4º Batalhão De Polícia Militar	delegacia	2.000
18	Point ZM	Instituto Médico Legal Afrânio Peixoto	instituto	50.000
19	Point ZM	017ª DP – São Cristóvão	delegacia	2.000
20	Point ZM	Intituto de Criminalística Carlos Éboli - Posto São Cristóvão	instituto	50.000
21	Point ZM	UPP Coroa/Fallet/Fogueteiro	delegacia	2.000
22	Point ZM	UPP São Carlos	delegacia	2.000
23	Point ZM	006 DP - Cidade Nova	delegacia	2.000

EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS DO TEMA COMÉRCIO

FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
0	Point ZM	Rua Barão de Mesquita	rua comercial	5.000
1	Point ZM	Shopping Iguatemi	shopping	10.000
2	Point ZM	Galerias + Comércio	centro comercial	1.000
3	Point ZM	Mercado Assaí (Atacadista)	hipermercado	10.000
4	Point ZM	Rua Boulevard 28 de Setembro	rua comercial	5.000
5	Point ZM	Shopping Center -> Galeria 258	centro comercial	1.000
6	Point ZM	Vila Shopping	centro comercial	1.000
7	Point ZM	Centro Comercial Iskye	centro comercial	1.000
8	Point ZM	Tijuca Off Shopping	centro comercial	1.000
9	Point ZM	Shopping 45	centro comercial	1.000

FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
10	Point ZM	Vitrini da Tijuca	centro comercial	1.000
11	Point ZM	Shopping Tijuca	shopping	10.000
12	Point ZM	shopping boulevard	shopping	10.000

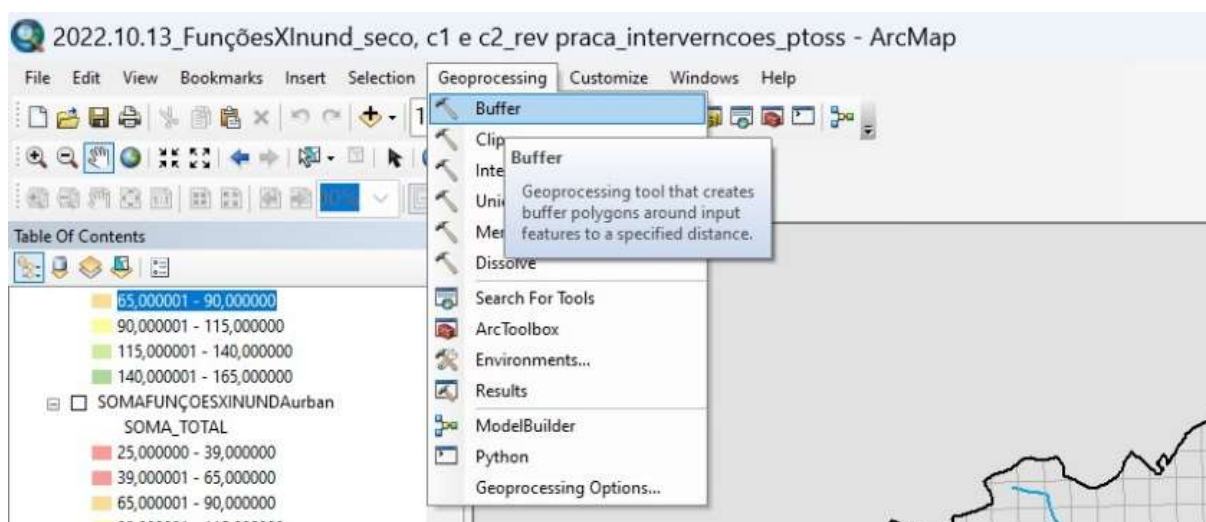
EQUIPAMENTOS COMUNITÁRIOS DO TEMA LAZER

FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
0	Point ZM	Santuário São Camilo de Lellis	centro religioso	2.000
1	Point ZM	Unidos da Tijuca	centro cultural	5.000
2	Point ZM	Gremio Recreativo Escola De Samba Educativa Imperio Da Tijuca	centro cultural	5.000
3	Point ZM	Paróquia Nossa Senhora da Conceição	centro religioso	2.000
4	Point ZM	Escola de Samba Flor da Mina do Andaraí	centro cultural	5.000
5	Point ZM	Bares e Lanchonetes	bar ou restaurante	1.000
6	Point ZM	TEATRO MUNICIPAL ANGEL VIANNA	centro cultural	5.000
7	Point ZM	Tijuca Tênis Clube	centro esportivo	2.000
8	Point ZM	Primeira Igreja Batista no Andaraí	centro religioso	2.000
9	Point ZM	Igreja Universal do Reino de Deus	centro religioso	2.000
10	Point ZM	Biblioteca Municipal	centro cultural	5.000
11	Point ZM	Shopping 45	centro cultural	5.000
12	Point ZM	Bares Restaurantes e Lanchonetes	bar ou restaurante	1.000
13	Point ZM	SESC	centro esportivo	2.000
14	Point ZM	ASBAC-Associação dos Servidores do Banco Central	centro esportivo	2.000
15	Point ZM	Igreja Universal do Reino de Deus	centro religioso	2.000
16	Point ZM	Tijuca Off Shopping	centro cultural	5.000
17	Point ZM	La Mole	bar ou restaurante	1.000
18	Point ZM	Restaurantes	bar ou restaurante	1.000
19	Point ZM	Espaço Ciência Viva	centro cultural	5.000
20	Point ZM	Shopping Tijuca	centro cultural	5.000
21	Point ZM	Bares	bar ou restaurante	1.000
22	Point ZM	Centro Cultural Esportivo Recreativo Monte Sinai	centro esportivo	2.000
23	Point ZM	Grajaú Country Club	centro esportivo	2.000
24	Point ZM	GRES Acadêmicos do Salgueiro	centro cultural	5.000
25	Point ZM	PCRJ SME/ Biblioteca E.M do Grajaú - Clarice Lispector Biblioteca Mur	centro cultural	5.000
26	Point ZM	Grajaú Tênis Clube	centro esportivo	2.000
27	Point ZM	Teatro Municipal Ziembinski	centro cultural	5.000
28	Point ZM	Paróquia São Francisco Xavier	centro religioso	2.000
29	Point ZM	Paróquia São Sebastião	centro religioso	2.000
30	Point ZM	Planalto do Chopp	bar ou restaurante	1.000
31	Point ZM	Shopping Boulevard Rio	centro cultural	5.000
32	Point ZM	Bares e Restaurantes	bar ou restaurante	1.000
33	Point ZM	BOULEVARD SHOPPING CAR	centro cultural	5.000
34	Point ZM	Rua Teodoro da Silva	bar ou restaurante	1.000
35	Point ZM	Churrascaria Estrela do Sul	bar ou restaurante	1.000
36	Point ZM	Bar do Adão	bar ou restaurante	1.000
37	Point ZM	Igreja Universal do Reino de Deus	centro religioso	2.000
38	Point ZM	Restaurante	bar ou restaurante	1.000
39	Point ZM	Associacao Atletica Light	centro esportivo	2.000
40	Point ZM	Unidos de Vila Isabel	centro cultural	5.000
41	Point ZM	Centro Espirita Bezerra Menezes	centro religioso	2.000
42	Point ZM	Vila Olímpica de Vila Isabel Artur da Tavola	centro esportivo	2.000
43	Point ZM	Igreja Universal do Reino de Deus	centro religioso	2.000
44	Point ZM	Bar dos Chico's	bar ou restaurante	1.000
45	Point ZM	Sambodromo	patrimonio cultural	50.000

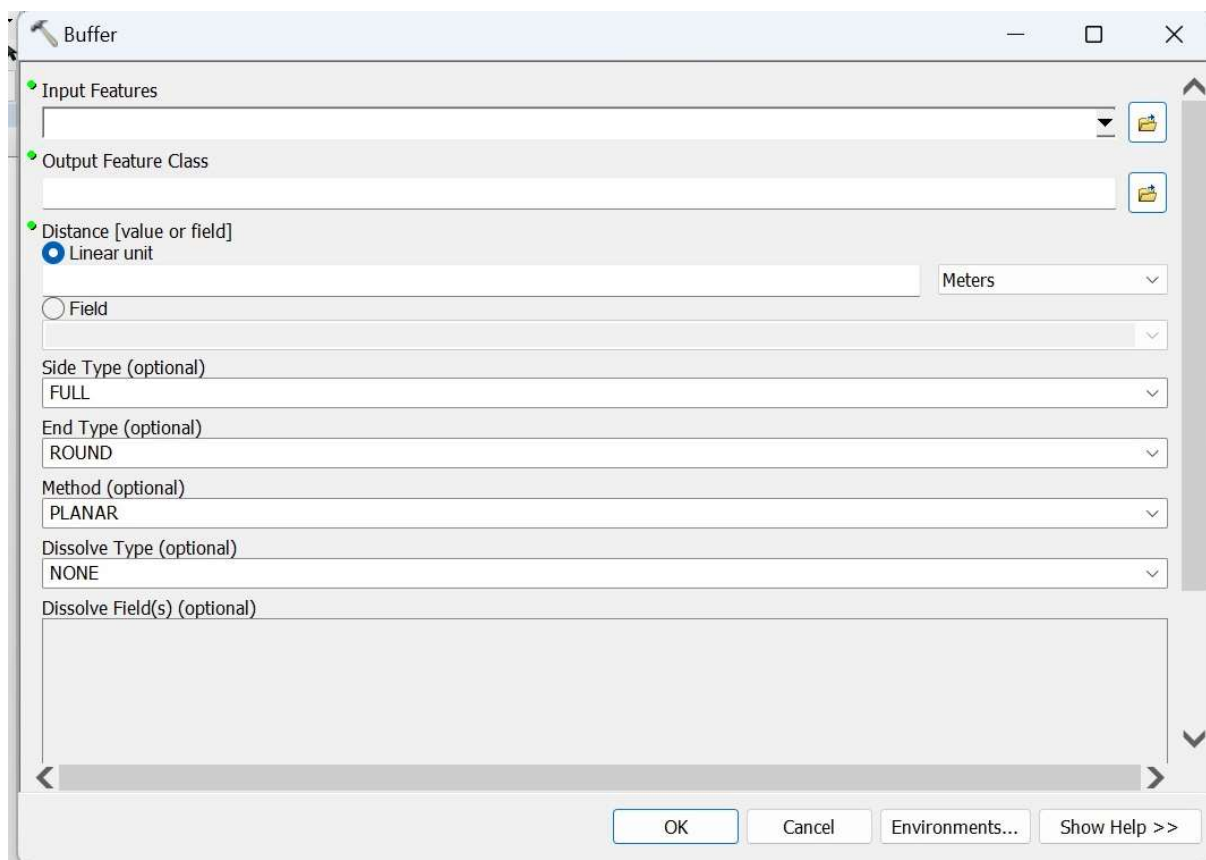
FID	Shape	Nome	Tipo	BUFF DIST
46	Point ZM	Restaurante	bar ou restaurante	1.000
47	Point ZM	Lanchonetes	bar ou restaurante	1.000
48	Point ZM	Prmeira Igreja Batista do Rio de Janeiro	centro religioso	2.000
49	Point ZM	Maracanazinho	patrimonio cultural	50.000
50	Point ZM	Paroquia São Joaquim	centro religioso	2.000
51	Point ZM	Paróquia Santa Teresinha do Menino Jesus	centro religioso	2.000
52	Point ZM	Bares e Restaurantes	bar ou restaurante	1.000
53	Point ZM	GRES Estácio de Sá	centro cultural	5.000
54	Point ZM	Maracanã	patrimonio cultural	50.000
55	Point ZM	Teatro Inominável	centro cultural	5.000
56	Point ZM	Museu AfroDigital	centro cultural	5.000
57	Point ZM	Centro Cultural da UERJ	centro cultural	5.000
58	Point ZM	GRES São Clemente	centro cultural	5.000
59	Point ZM	Teatro Gonzaguinha	centro cultural	5.000
60	Point ZM	Museu Nacional UFRJ	centro cultural	5.000
61	Point ZM	Museu do Exército	centro cultural	5.000
62	Point ZM	Museu da Moda Brasileira	centro cultural	5.000

ILUSTRAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE COMANDOS UTILIZADOS PARA CONTAGEM DOS RAIOS DE INFLUÊNCIA EM CADA QUADRÍCULA DA ÁREA DE ESTUDO

Mapeados os equipamentos comunitários, o passo seguinte é traçar os raios de influência de cada um deles. Para tal, utiliza-se a ferramenta “*Buffer*”, do conjunto de ferramentas “*Geoprocessing*”, conforme ilustração a seguir.



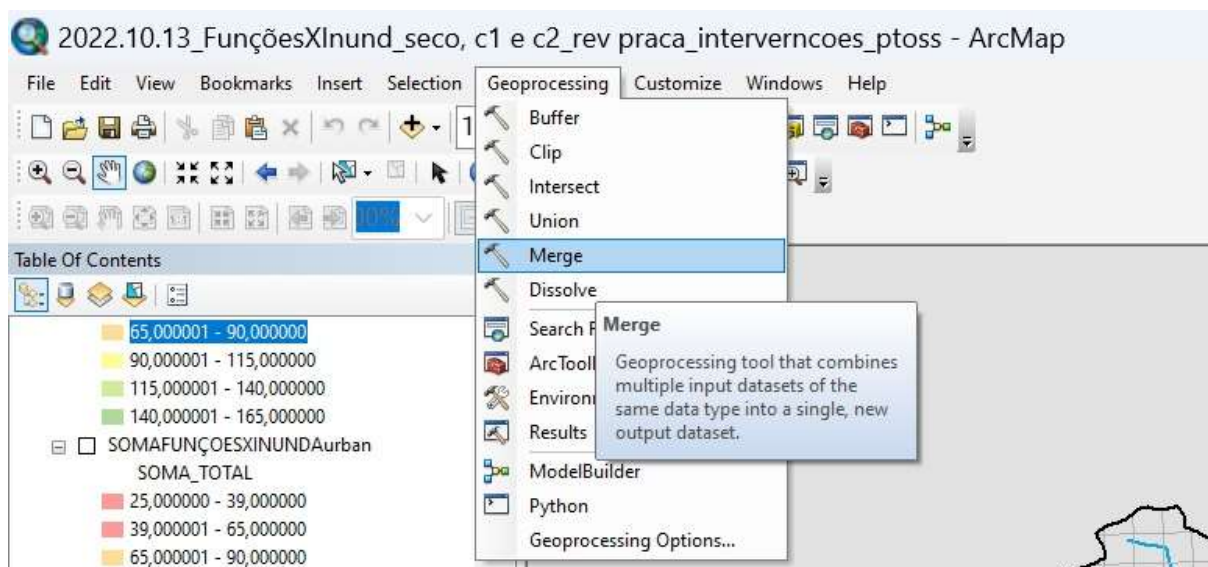
Selecionada a ferramenta, é necessário informar, para cada campo, os parâmetros desejados para a operação a ser executada, conforme ilustrado abaixo:



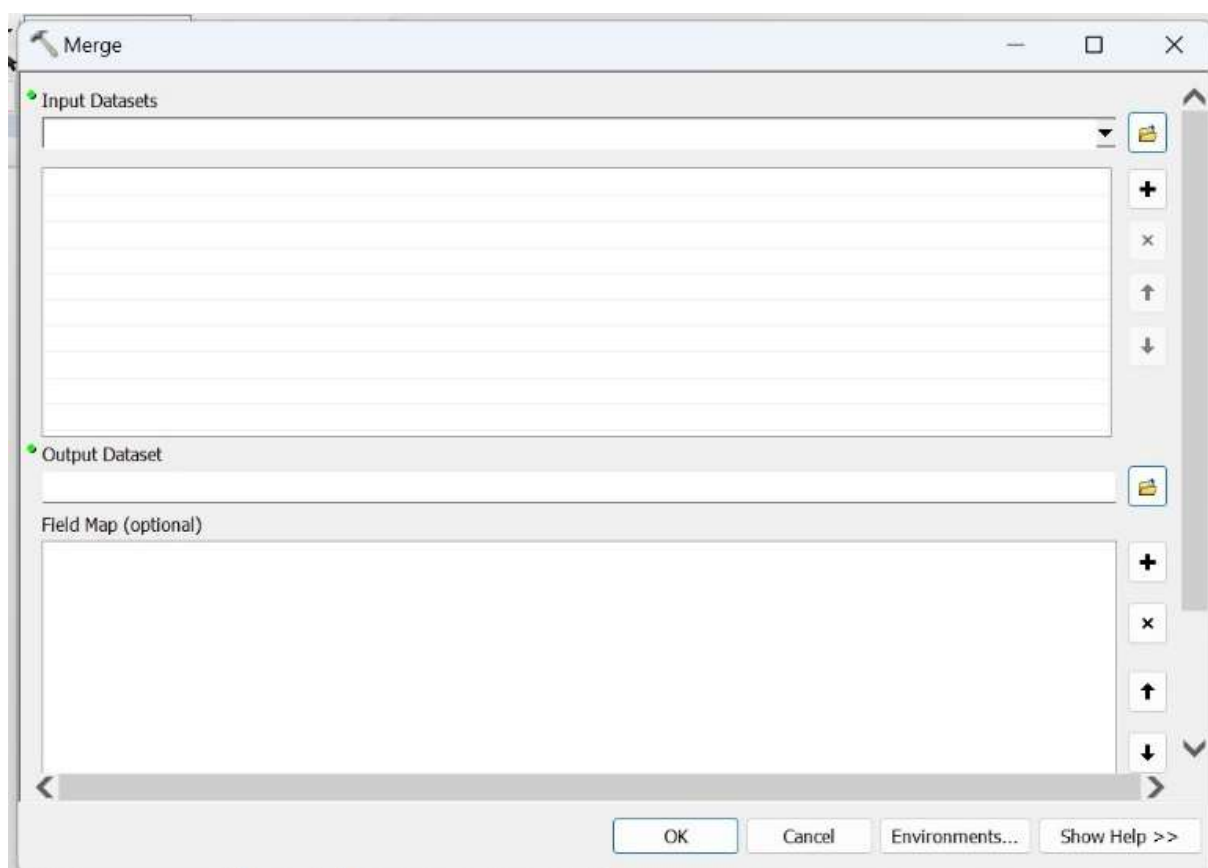
- “*Input Features*”: Arrastar o *shapefile* de pontos (equipamentos comunitários);
- “*Output Feature Class*”: Escolher local e nome do arquivo (*shapefile*) onde a informação será salva. O tipo de arquivo a salvar deve ser do tipo *shapefile* (.shp);
- “*Linear Unit*”: Informar o raio de influência a traçar, em metros (pode-se alterar a unidade, se quiser, apertando a seta ao lado da unidade “*Meters*”);
- Os demais campos não precisam ser alterados / informados;
- “*OK*”, para concluir a operação.

Como é possível perceber pelos parâmetros a serem informados, o procedimento deverá ser realizado para cada valor diferente de raio de influência, separadamente. Antes de fazê-lo convém, portanto, organizar um *shapefile* com todos os pontos de cada raio de influência (por exemplo, um *shapefile* com todos os equipamentos com raio de influência igual a 500 m, outro *shapefile* com todos os equipamentos com raio de influência igual a 1.000 m, e assim por diante). Isso pode ser feito para cada tema, ou para todos os temas juntos.

Traçados os diferentes raios de influência, em *shapefiles* distintos, é necessário juntá-los num único *shapefile*, através da ferramenta “Merge”, do conjunto de ferramentas “Geoprocessing”, conforme ilustração a seguir.

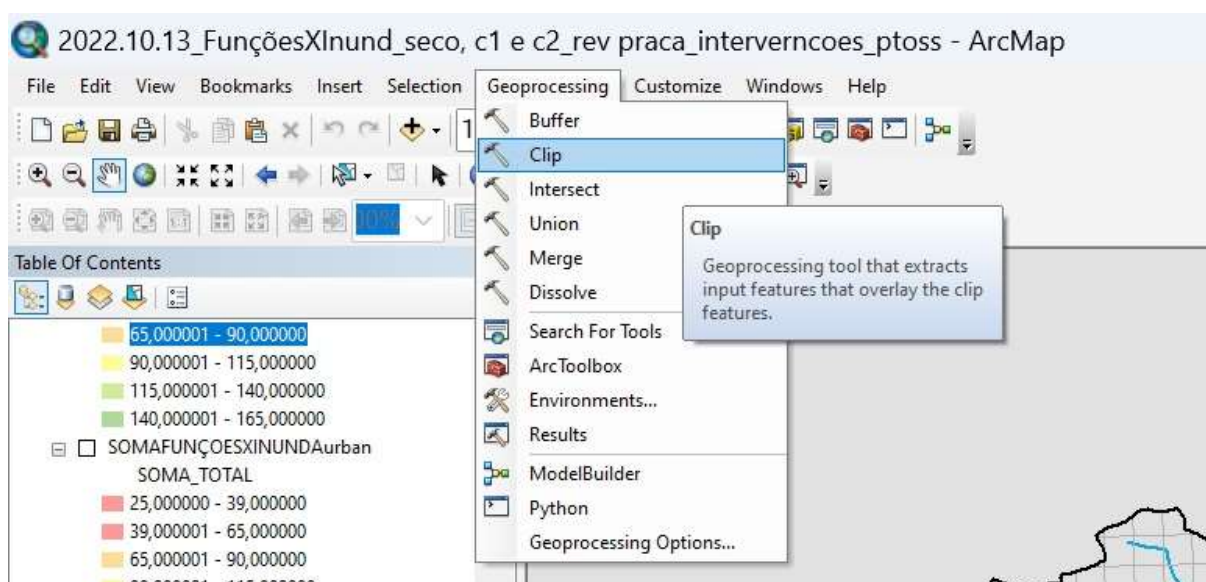


Selecionada a ferramenta, é necessário informar, para cada campo, os parâmetros desejados para a operação a ser executada, conforme ilustrado abaixo:



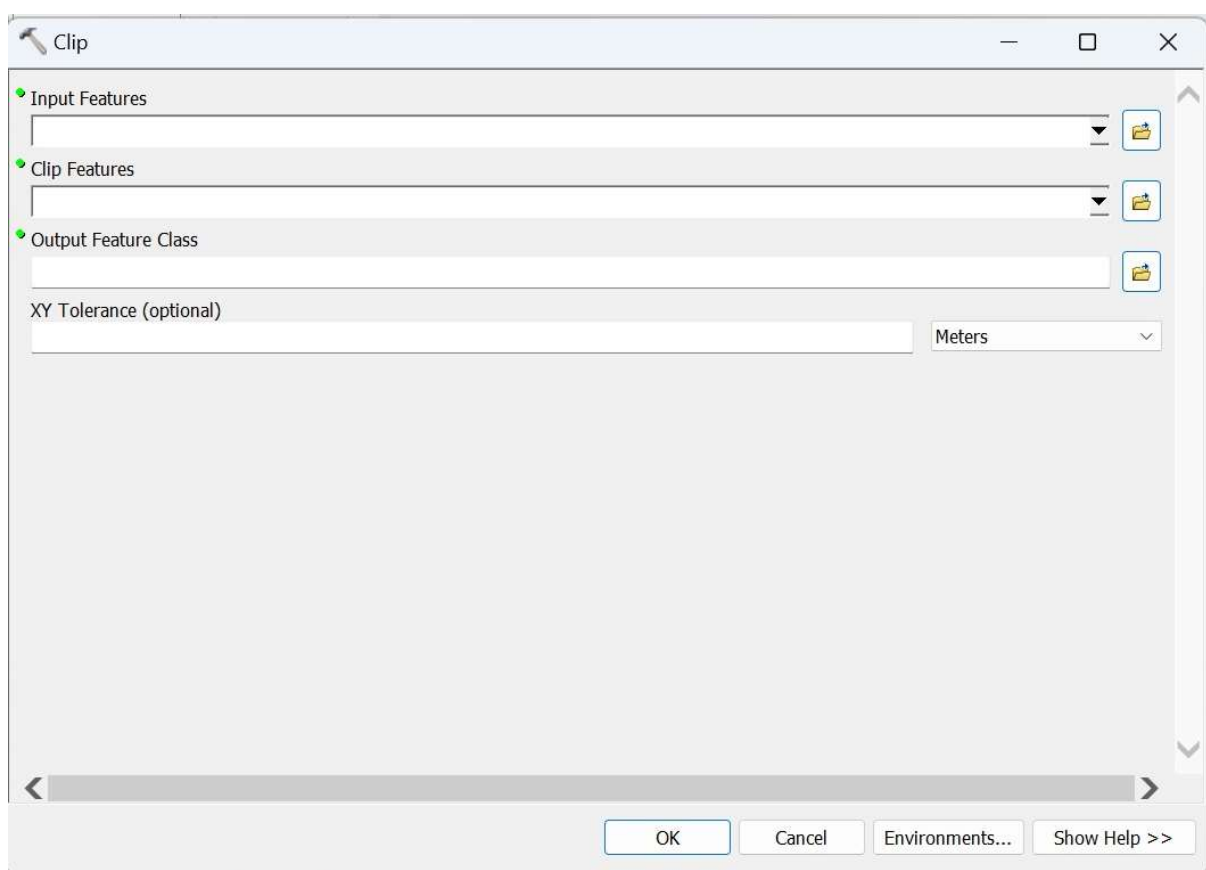
- “*Input Datasets*”: Arrastar os *shapefiles* resultantes das operações “*buffer*”, os quais se pretende juntar num único arquivo;
- “*Output Dataset*”: Escolher local e nome do arquivo onde a informação será salva. O tipo de arquivo à salvar deve ser do tipo *shapefile* (.shp);
- Os demais campos não precisam ser alterados / informados;
- “OK”, para concluir a operação.

Uma vez que os raios e influência estão todos no mesmo *shapefile*, convém proceder o corte dos mesmos no limite da região de estudo, já que muitos deles ultrapassam a mesma. Para tal, utiliza-se a ferramenta “*Clip*”, do conjunto de ferramentas “*Geoprocessing*”, conforme ilustração a seguir.



Selecionada a ferramenta, é necessário informar, para cada campo, os parâmetros desejados para a operação a ser executada, conforme ilustrado abaixo:

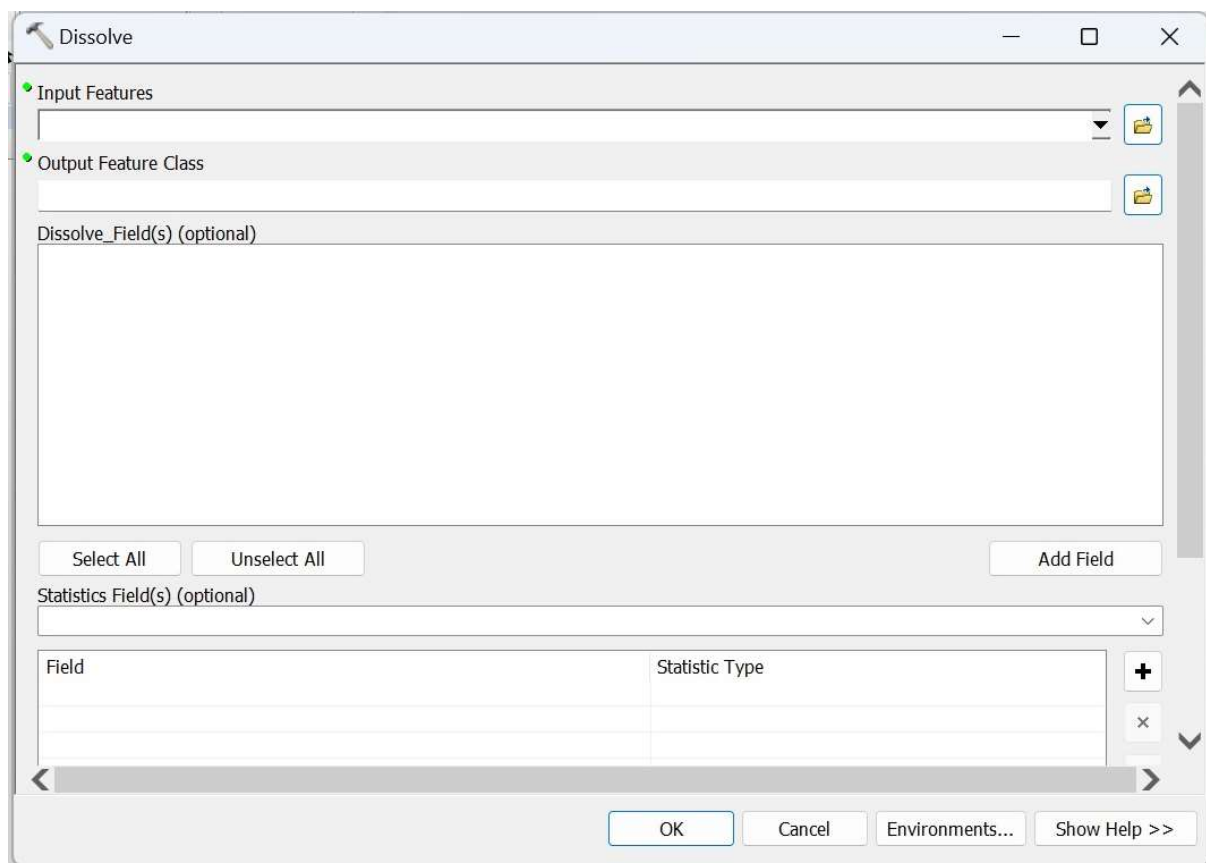
- “*Input Features*”: Arrastar o *shapefile* resultante da operação “*merge*”;
- “*Clip Features*”: Arrastar o *shapefile* que representa o limite da área de estudo;
- “*Output Feature Class*”: Escolher local e nome do arquivo onde a informação será salva. O tipo de arquivo à salvar deve ser do tipo *shapefile* (.shp);
- Os demais campos não precisam ser alterados / informados;
- “OK”, para concluir a operação.



Uma vez concluído o corte dos raios de influência no limite da região de estudo, para eliminar duplicatas que porventura podem ter ocorrido, utiliza-se a ferramenta “*Dissolve*”, do conjunto de ferramentas “*Geoprocessing*”, conforme ilustração a seguir.

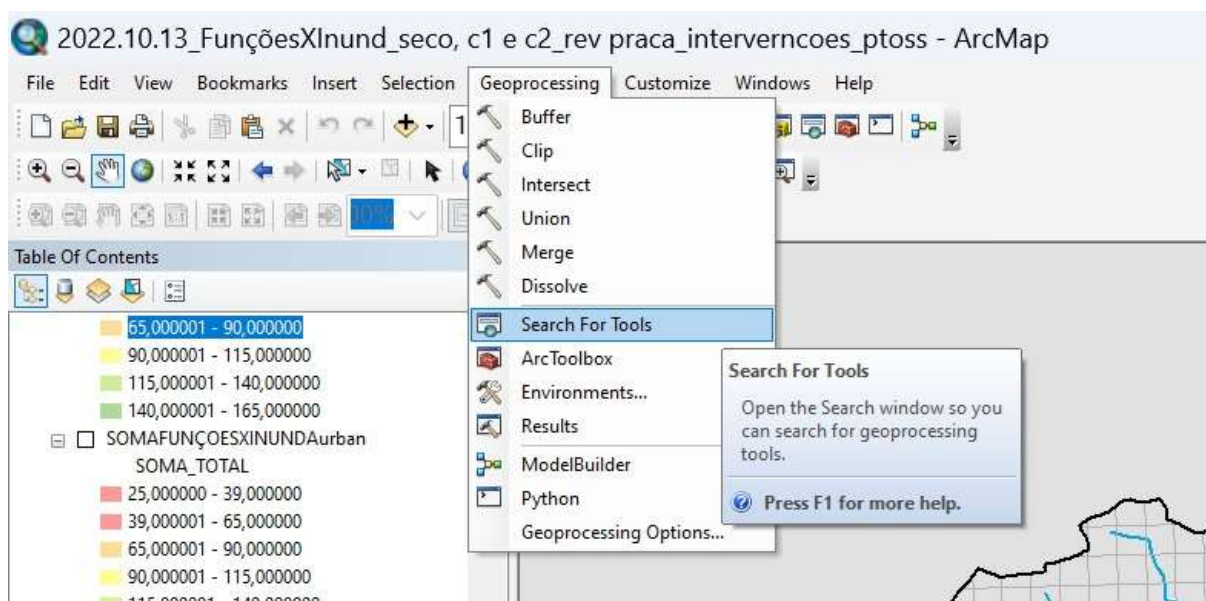


Selecionada a ferramenta, é necessário informar, para cada campo, os parâmetros desejados para a operação a ser executada, conforme ilustrado abaixo:

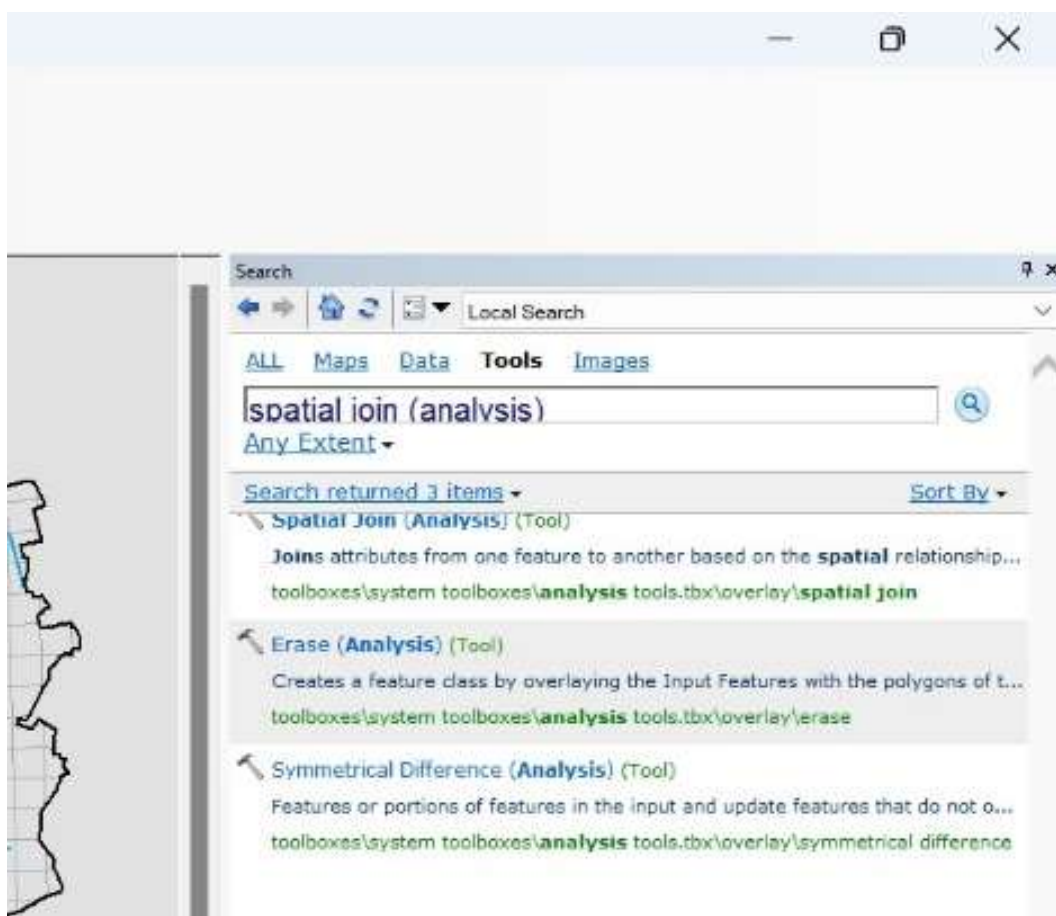


- “*Input Features*”: Arrastar o *shapefile* resultante da operação “*clip*”;
- “*Output Feature Class*”: Escolher local e nome do arquivo onde a informação será salva. O tipo de arquivo à salvar deve ser do tipo *shapefile* (.shp);
- “*Dissolve_Field(s)*”: Marcar todas as “caixas” que vão aparecer quando informar o “*Input Features*” ou (“*Select all*”)
- Os demais campos não precisam ser alterados / informados;
- “OK”, para concluir a operação.

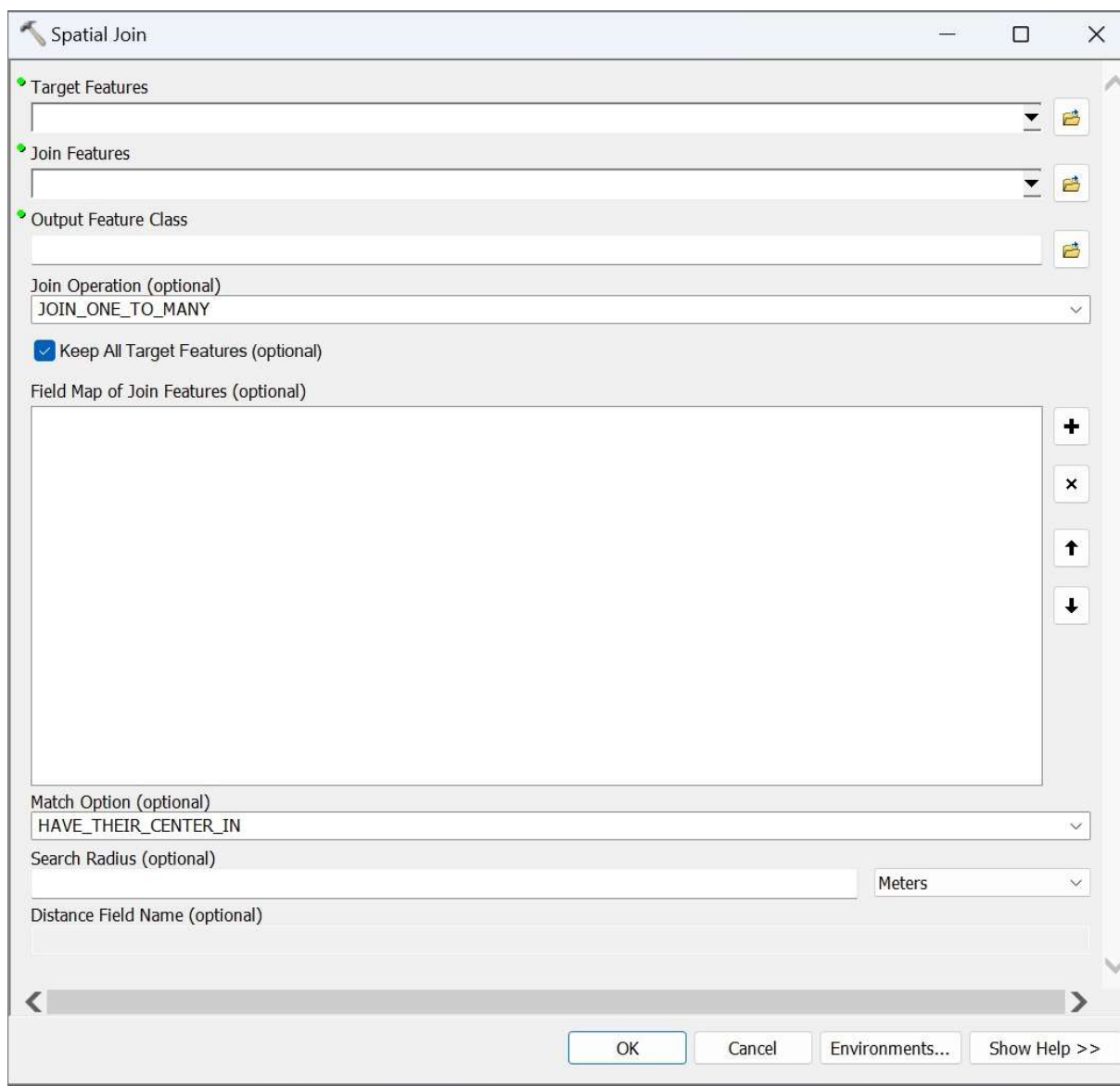
O passo seguinte consiste criar um *shapefile* que contenha a grade estatística do IBGE, no qual será feita a soma dos raios de influência por quadrícula. Criado o arquivo, utiliza-se a ferramenta “*Spatial Join*”, do conjunto de ferramentas “*Analysis Tool*”. Normalmente não existe um atalho para essa ferramenta, podendo-se encontrá-la através do “*Search For Tools*”, do conjunto de ferramentas “*Geoprocessing*”, conforme ilustração a seguir.



O campo “Search” aparecerá no lado direito da tela, onde costuma se ver o “Catalog”, Digita-se então o nome da ferramenta, que irá aparecer abaixo do campo “Search”.



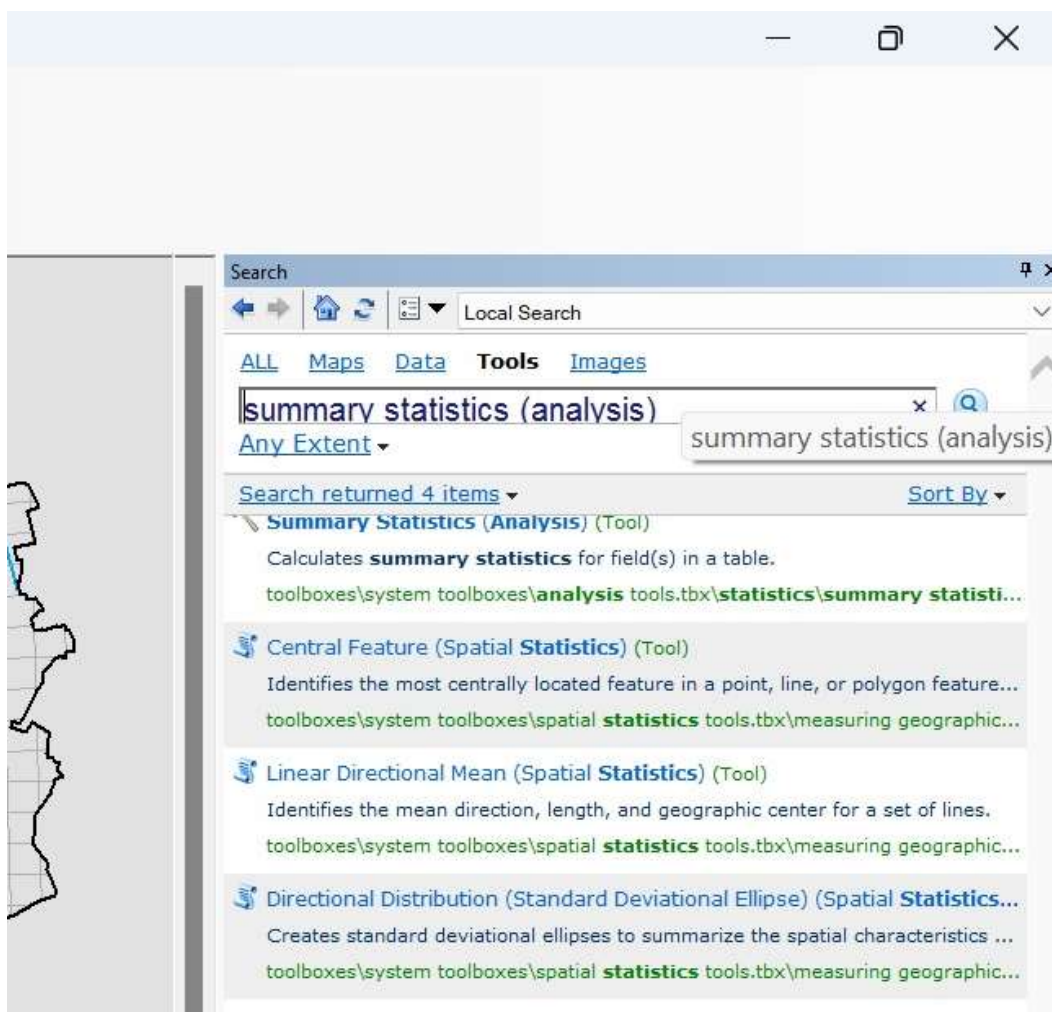
Selecionada a ferramenta, é necessário informar, para cada campo, os parâmetros desejados para a operação a ser executada, conforme ilustrado abaixo:



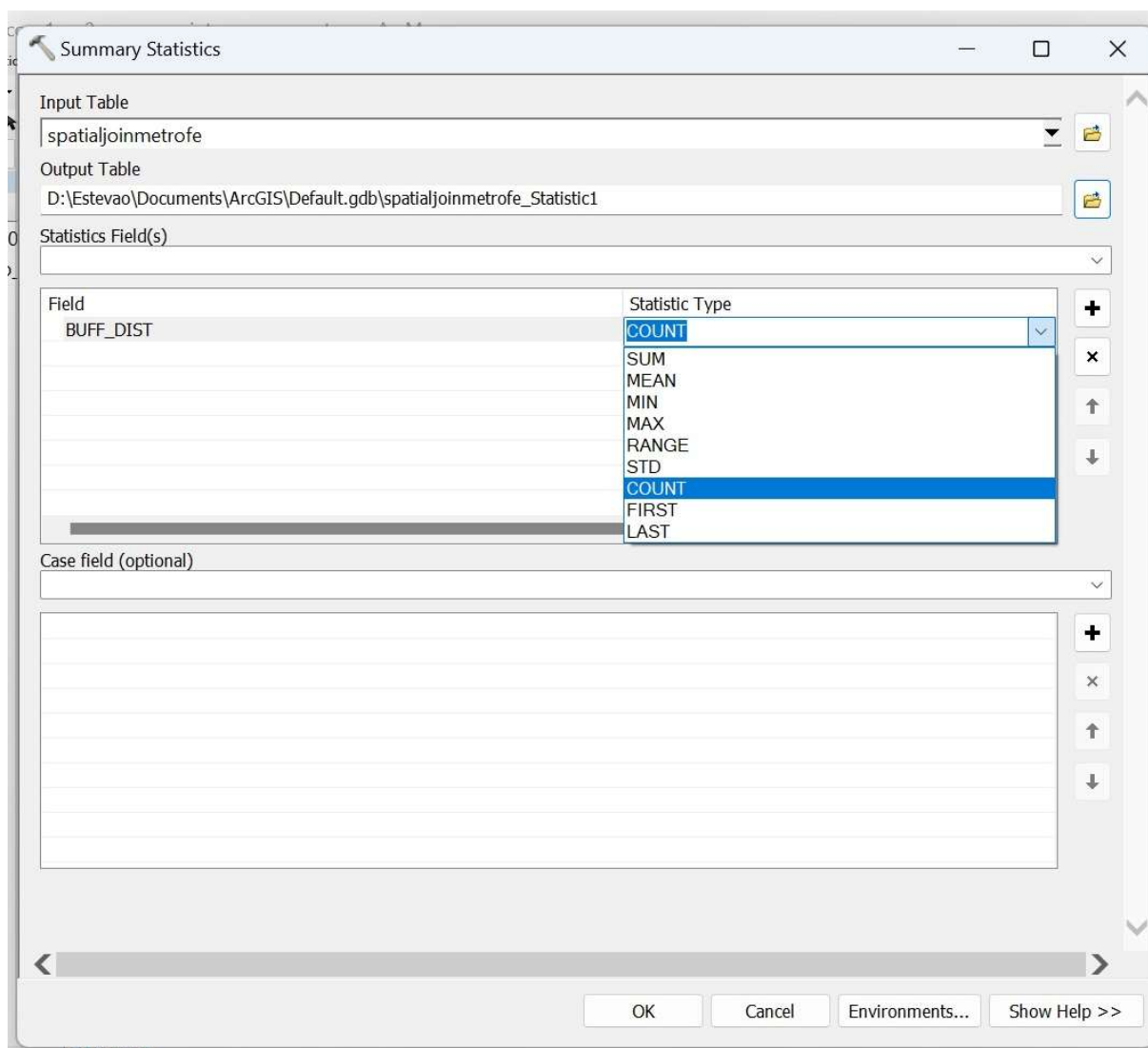
- “*Target Features*”: Arrastar o *shapefile* criado para receber o resultado, com a grade estatística;
- “*Join Features*”: Arrastar o *shapefile* resultante da operação “*dissolve*”;
- “*Output Feature Class*”: Deixar salvar no local sugerido pelo programa, não alterar;
- “*Join Operation*”: Selecionar “*JOIN_ONE_TO_MANY*”;
- “*Match Option*”: Selecionar “*HAVE_THEIR_CENTER_IN*”;
- Os demais campos não precisam ser alterados / informados;

- “OK”, para concluir a operação.

Ainda para concluir a soma dos raios de influência por quadrícula, utiliza-se a ferramenta “*Summary Statistics*”, do conjunto de ferramentas “*Analysis Tool*”. Normalmente não existe um atalho para essa ferramenta, podendo-se encontrá-la através do “Search For Tools”, do conjunto de ferramentas “*Geoprocessing*”, conforme ilustração a seguir.



Selecionada a ferramenta, é necessário informar, para cada campo, os parâmetros desejados para a operação a ser executada, conforme ilustrado abaixo:



- “*Input Table*”: Arrastar o *shapefile* resultante da operação “*spatial join*”;
- “*Output Table*”: Deixar salvar no local sugerido pelo programa, não alterar;
- “*Statistics Field*”: Selecionar o campo “*BUFF_DIST*”;
- “*Statistics Type*”: Selecionar “*COUNT*”;
- “*Case Field*”: “*ID UNICO*” (coluna que representa cada célula da grade estatística);
- Os demais campos não precisam ser alterados / informados;
- “*OK*”, para concluir a operação.

A título de ilustração, a tabela de atributos resultante das operações acima descritas, para o cenário sem inundação, é apresentada a seguir.

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
0	Polygon	200ME61034N87544	4	10	4	5	30	1	54
1	Polygon	200ME61036N87544	7	10	4	5	30	1	57
2	Polygon	200ME61032N87546	5	10	4	5	30	1	55
3	Polygon	200ME61034N87546	8	10	4	5	30	1	58
4	Polygon	200ME61036N87546	8	10	4	5	30	1	58
5	Polygon	200ME61038N87546	8	10	4	5	30	1	58
6	Polygon	200ME61032N87548	8	10	4	5	30	1	58
7	Polygon	200ME61034N87548	8	10	4	5	30	1	58
8	Polygon	200ME61036N87548	10	10	4	5	30	1	60
9	Polygon	200ME61038N87548	11	10	4	5	30	1	61
10	Polygon	200ME61034N87550	10	10	4	5	30	1	60
11	Polygon	200ME61036N87550	11	10	4	5	30	1	61
12	Polygon	200ME61038N87550	14	10	4	5	30	1	64
13	Polygon	200ME61038N87552	14	10	4	5	30	1	64
14	Polygon	200ME61038N87580	23	15	4	11	33	1	87
15	Polygon	200ME61038N87582	23	18	4	11	33	1	90
16	Polygon	200ME61038N87584	23	17	4	11	33	3	91
17	Polygon	200ME61038N87586	23	18	4	11	33	3	92
18	Polygon	200ME61038N87588	23	20	4	10	33	3	93
19	Polygon	200ME61038N87590	23	20	4	10	33	3	93
20	Polygon	200ME61038N87592	23	22	4	10	33	1	93
21	Polygon	200ME61038N87594	21	20	4	7	33	1	86
22	Polygon	200ME61040N87548	13	10	4	5	30	1	63
23	Polygon	200ME61042N87548	14	10	4	5	30	1	64
24	Polygon	200ME61040N87550	14	10	4	5	30	1	64
25	Polygon	200ME61040N87552	14	10	4	5	32	1	66
26	Polygon	200ME61042N87552	15	10	4	5	32	1	67
27	Polygon	200ME61044N87552	15	10	4	6	32	1	68
28	Polygon	200ME61042N87554	15	10	4	6	32	1	68
29	Polygon	200ME61044N87554	17	11	4	6	32	1	71
30	Polygon	200ME61046N87554	18	11	4	7	32	1	73
31	Polygon	200ME61042N87556	17	10	4	6	32	1	70
32	Polygon	200ME61044N87556	18	11	4	6	32	1	72
33	Polygon	200ME61046N87556	18	11	4	7	32	1	73
34	Polygon	200ME61048N87556	18	11	4	7	32	1	73
35	Polygon	200ME61042N87558	18	11	4	6	32	1	72
36	Polygon	200ME61044N87558	18	11	4	8	32	1	74
37	Polygon	200ME61046N87558	18	11	4	8	32	1	74
38	Polygon	200ME61048N87558	18	12	4	8	33	1	76
39	Polygon	200ME61042N87560	18	11	4	7	32	1	73
40	Polygon	200ME61044N87560	18	11	4	8	32	1	74
41	Polygon	200ME61046N87560	18	12	4	8	33	1	76
42	Polygon	200ME61048N87560	18	12	4	8	34	1	77
43	Polygon	200ME61042N87562	18	11	4	7	32	1	73
44	Polygon	200ME61044N87562	18	12	4	8	33	1	76
45	Polygon	200ME61046N87562	18	12	4	10	34	1	79
46	Polygon	200ME61048N87562	18	12	4	11	34	1	80
47	Polygon	200ME61044N87564	19	12	4	10	34	1	80
48	Polygon	200ME61046N87564	19	12	4	10	34	1	80
49	Polygon	200ME61048N87564	21	12	4	11	34	1	83
50	Polygon	200ME61044N87570	25	12	4	11	34	1	87
51	Polygon	200ME61048N87570	25	14	4	12	34	1	90
52	Polygon	200ME61042N87572	26	11	4	10	33	1	85
53	Polygon	200ME61044N87572	26	13	4	12	34	1	90
54	Polygon	200ME61046N87572	26	15	4	13	34	1	93
55	Polygon	200ME61048N87572	26	17	4	13	34	1	95
56	Polygon	200ME61042N87574	27	13	4	11	33	1	89
57	Polygon	200ME61044N87574	27	15	4	11	33	1	91

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
58	Polygon	200ME61046N87574	27	17	4	13	34	1	96
59	Polygon	200ME61048N87574	27	20	4	14	34	1	100
60	Polygon	200ME61040N87576	27	14	4	10	33	1	89
61	Polygon	200ME61042N87576	27	14	4	11	33	1	90
62	Polygon	200ME61044N87576	27	19	4	13	33	1	97
63	Polygon	200ME61046N87576	27	19	5	14	33	1	99
64	Polygon	200ME61048N87576	27	23	5	15	34	1	105
65	Polygon	200ME61040N87578	25	15	4	11	33	1	89
66	Polygon	200ME61042N87578	27	17	4	12	33	1	94
67	Polygon	200ME61044N87578	27	23	5	13	33	1	102
68	Polygon	200ME61046N87578	27	24	5	13	33	1	103
69	Polygon	200ME61048N87578	27	27	5	15	33	1	108
70	Polygon	200ME61040N87580	23	16	4	11	33	1	88
71	Polygon	200ME61042N87580	25	21	5	12	33	1	97
72	Polygon	200ME61044N87580	27	22	5	13	33	2	102
73	Polygon	200ME61046N87580	27	27	5	13	33	2	107
74	Polygon	200ME61048N87580	27	28	5	14	33	2	109
75	Polygon	200ME61040N87582	23	19	4	11	33	3	93
76	Polygon	200ME61042N87582	23	23	5	11	33	4	99
77	Polygon	200ME61044N87582	25	25	5	13	33	5	106
78	Polygon	200ME61046N87582	25	26	5	13	33	3	105
79	Polygon	200ME61048N87582	25	29	5	14	33	3	109
80	Polygon	200ME61040N87584	23	20	4	11	33	3	94
81	Polygon	200ME61042N87584	23	23	5	11	33	5	100
82	Polygon	200ME61044N87584	23	25	5	13	33	5	104
83	Polygon	200ME61046N87584	25	28	5	13	33	5	109
84	Polygon	200ME61048N87584	25	30	5	14	33	5	112
85	Polygon	200ME61040N87586	23	20	4	11	33	3	94
86	Polygon	200ME61042N87586	23	25	5	11	33	6	103
87	Polygon	200ME61044N87586	23	28	5	13	33	6	108
88	Polygon	200ME61046N87586	23	28	5	13	33	6	108
89	Polygon	200ME61048N87586	26	31	5	14	34	6	116
90	Polygon	200ME61040N87588	23	23	4	11	33	4	98
91	Polygon	200ME61042N87588	23	24	5	11	33	6	102
92	Polygon	200ME61044N87588	23	27	5	12	33	6	106
93	Polygon	200ME61046N87588	23	27	5	13	34	6	108
94	Polygon	200ME61048N87588	25	28	5	13	34	7	112
95	Polygon	200ME61040N87590	23	23	4	10	33	4	97
96	Polygon	200ME61042N87590	23	24	5	10	33	6	101
97	Polygon	200ME61044N87590	23	26	5	12	33	7	106
98	Polygon	200ME61046N87590	23	27	5	13	34	7	109
99	Polygon	200ME61048N87590	25	28	5	13	34	7	112
100	Polygon	200ME61040N87592	23	23	4	10	33	4	97
101	Polygon	200ME61042N87592	23	23	5	10	33	4	98
102	Polygon	200ME61044N87592	23	27	5	10	34	6	105
103	Polygon	200ME61046N87592	24	27	5	11	34	6	107
104	Polygon	200ME61048N87592	25	30	5	13	34	4	111
105	Polygon	200ME61040N87594	23	22	4	10	33	1	93
106	Polygon	200ME61042N87594	23	23	4	10	33	2	95
107	Polygon	200ME61044N87594	23	26	5	10	34	3	101
108	Polygon	200ME61046N87594	25	27	5	11	34	3	105
109	Polygon	200ME61048N87594	25	29	5	12	34	3	108
110	Polygon	200ME61040N87596	23	21	4	7	33	1	89
111	Polygon	200ME61042N87596	23	21	4	10	33	1	92
112	Polygon	200ME61044N87596	23	23	4	10	33	3	96
113	Polygon	200ME61046N87596	25	25	4	10	34	3	101
114	Polygon	200ME61048N87596	25	27	5	12	34	3	106
115	Polygon	200ME61046N87598	25	23	4	9	34	2	97

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
116	Polygon	200ME61048N87598	25	25	4	11	34	2	101
117	Polygon	200ME61048N87600	25	22	4	10	34	1	96
118	Polygon	200ME61050N87558	18	12	4	8	34	1	77
119	Polygon	200ME61052N87558	18	12	4	8	34	1	77
120	Polygon	200ME61050N87560	18	12	4	8	34	1	77
121	Polygon	200ME61052N87560	18	12	4	10	34	1	79
122	Polygon	200ME61054N87560	18	12	4	10	34	1	79
123	Polygon	200ME61050N87562	18	12	4	11	34	1	80
124	Polygon	200ME61052N87562	18	14	4	11	34	1	82
125	Polygon	200ME61054N87562	18	14	4	11	34	1	82
126	Polygon	200ME61050N87564	21	14	4	11	34	1	85
127	Polygon	200ME61052N87564	21	14	4	11	34	1	85
128	Polygon	200ME61054N87564	21	15	4	12	34	2	88
129	Polygon	200ME61056N87564	21	15	4	13	34	2	89
130	Polygon	200ME61058N87564	21	16	4	13	34	2	90
131	Polygon	200ME61050N87566	22	14	4	11	34	1	86
132	Polygon	200ME61052N87566	22	14	4	13	34	1	88
133	Polygon	200ME61054N87566	22	15	4	13	34	2	90
134	Polygon	200ME61056N87566	22	18	4	13	34	2	93
135	Polygon	200ME61058N87566	22	20	4	13	34	2	95
136	Polygon	200ME61050N87568	23	14	4	12	34	1	88
137	Polygon	200ME61052N87568	23	14	4	13	34	1	89
138	Polygon	200ME61054N87568	22	16	4	13	34	2	91
139	Polygon	200ME61056N87568	22	19	4	13	34	2	94
140	Polygon	200ME61058N87568	23	20	4	13	34	2	96
141	Polygon	200ME61050N87570	25	16	4	13	34	1	93
142	Polygon	200ME61052N87570	23	18	4	13	34	1	93
143	Polygon	200ME61054N87570	23	19	4	13	34	2	95
144	Polygon	200ME61056N87570	24	21	4	13	34	2	98
145	Polygon	200ME61058N87570	24	25	5	13	34	2	103
146	Polygon	200ME61050N87572	26	20	4	14	34	1	99
147	Polygon	200ME61052N87572	25	20	4	13	34	1	97
148	Polygon	200ME61054N87572	23	24	4	13	34	2	100
149	Polygon	200ME61056N87572	24	25	4	13	34	2	102
150	Polygon	200ME61058N87572	25	27	5	13	34	2	106
151	Polygon	200ME61050N87574	27	21	4	14	34	1	101
152	Polygon	200ME61052N87574	27	23	4	14	34	1	103
153	Polygon	200ME61054N87574	27	24	4	14	34	1	104
154	Polygon	200ME61056N87574	26	24	4	13	34	1	102
155	Polygon	200ME61058N87574	27	26	5	13	34	2	107
156	Polygon	200ME61050N87576	27	22	5	15	34	1	104
157	Polygon	200ME61052N87576	27	24	5	15	34	2	107
158	Polygon	200ME61054N87576	28	27	5	15	34	2	111
159	Polygon	200ME61056N87576	29	23	5	14	34	2	107
160	Polygon	200ME61058N87576	30	26	5	13	34	3	111
161	Polygon	200ME61050N87578	27	26	5	15	33	2	108
162	Polygon	200ME61052N87578	27	27	5	15	34	2	110
163	Polygon	200ME61054N87578	29	26	5	15	34	2	111
164	Polygon	200ME61056N87578	32	24	5	15	34	2	112
165	Polygon	200ME61058N87578	34	25	6	15	33	4	117
166	Polygon	200ME61050N87580	27	28	5	15	33	2	110
167	Polygon	200ME61052N87580	27	29	5	15	33	2	111
168	Polygon	200ME61054N87580	31	26	5	15	33	2	112
169	Polygon	200ME61056N87580	31	26	5	15	33	2	112
170	Polygon	200ME61058N87580	34	28	6	15	33	4	120
171	Polygon	200ME61050N87582	25	28	5	14	33	4	109
172	Polygon	200ME61052N87582	27	30	5	15	33	2	112

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
173	Polygon	200ME61054N87582	29	30	5	15	33	4	116
174	Polygon	200ME61056N87582	32	28	5	16	33	4	118
175	Polygon	200ME61058N87582	34	32	6	17	33	5	127
176	Polygon	200ME61050N87584	26	31	5	14	34	4	114
177	Polygon	200ME61052N87584	27	31	5	14	34	5	116
178	Polygon	200ME61054N87584	29	31	5	15	34	4	118
179	Polygon	200ME61056N87584	34	31	5	17	34	6	127
180	Polygon	200ME61058N87584	35	33	5	17	34	7	131
181	Polygon	200ME61050N87586	27	32	5	14	34	4	116
182	Polygon	200ME61052N87586	27	32	5	15	34	6	119
183	Polygon	200ME61054N87586	29	33	5	16	34	8	125
184	Polygon	200ME61056N87586	34	32	6	16	34	9	131
185	Polygon	200ME61058N87586	35	32	8	16	34	9	134
186	Polygon	200ME61050N87588	25	32	5	15	34	5	116
187	Polygon	200ME61052N87588	27	36	5	15	34	8	125
188	Polygon	200ME61054N87588	31	35	5	16	34	8	129
189	Polygon	200ME61056N87588	34	32	8	16	34	9	133
190	Polygon	200ME61058N87588	35	36	8	16	34	9	138
191	Polygon	200ME61050N87590	25	30	5	15	34	5	114
192	Polygon	200ME61052N87590	25	35	5	16	34	8	123
193	Polygon	200ME61054N87590	30	35	7	16	34	9	131
194	Polygon	200ME61056N87590	32	34	8	16	34	9	133
195	Polygon	200ME61058N87590	33	36	8	17	34	9	137
196	Polygon	200ME61050N87592	25	31	5	14	34	4	113
197	Polygon	200ME61052N87592	25	36	5	16	34	5	121
198	Polygon	200ME61054N87592	30	33	8	16	34	9	130
199	Polygon	200ME61056N87592	32	35	8	16	34	9	134
200	Polygon	200ME61058N87592	33	33	8	16	34	9	133
201	Polygon	200ME61050N87594	25	30	5	14	34	3	111
202	Polygon	200ME61052N87594	25	32	5	14	34	4	114
203	Polygon	200ME61054N87594	29	32	8	15	34	8	126
204	Polygon	200ME61056N87594	30	33	8	16	34	7	128
205	Polygon	200ME61058N87594	34	30	8	16	34	7	129
206	Polygon	200ME61050N87596	25	27	5	13	34	2	106
207	Polygon	200ME61052N87596	25	30	5	13	34	2	109
208	Polygon	200ME61054N87596	28	29	8	14	34	5	118
209	Polygon	200ME61056N87596	30	30	7	16	34	5	122
210	Polygon	200ME61058N87596	35	29	7	16	34	5	126
211	Polygon	200ME61050N87598	25	26	4	13	34	2	104
212	Polygon	200ME61052N87598	25	26	4	13	34	2	104
213	Polygon	200ME61054N87598	28	27	7	13	34	1	110
214	Polygon	200ME61056N87598	29	25	7	14	34	2	111
215	Polygon	200ME61058N87598	33	23	7	15	34	2	114
216	Polygon	200ME61050N87600	25	22	4	11	34	1	97
217	Polygon	200ME61052N87600	25	23	4	12	34	1	99
218	Polygon	200ME61054N87600	26	21	5	12	34	1	99
219	Polygon	200ME61056N87600	28	21	7	13	34	1	104
220	Polygon	200ME61058N87600	31	21	7	13	34	1	107
221	Polygon	200ME61056N87602	26	14	6	11	34	1	92
222	Polygon	200ME61058N87602	30	16	7	11	34	1	99
223	Polygon	200ME61056N87604	26	10	4	10	34	1	85
224	Polygon	200ME61058N87604	26	13	5	10	34	1	89
225	Polygon	200ME61064N87560	18	10	4	9	33	1	75
226	Polygon	200ME61066N87560	18	10	4	9	33	1	75
227	Polygon	200ME61062N87562	18	14	4	12	34	1	83
228	Polygon	200ME61064N87562	19	12	4	12	33	1	81
229	Polygon	200ME61066N87562	19	11	4	10	33	1	78

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
230	Polygon	200ME61062N87564	21	16	4	13	34	2	90
231	Polygon	200ME61064N87564	21	16	4	13	34	1	89
232	Polygon	200ME61066N87564	22	15	4	14	33	1	89
233	Polygon	200ME61060N87566	23	21	4	13	34	2	97
234	Polygon	200ME61062N87566	24	17	5	13	34	2	95
235	Polygon	200ME61064N87566	23	17	5	14	34	2	95
236	Polygon	200ME61066N87566	26	16	5	14	33	2	96
237	Polygon	200ME61060N87568	24	21	5	13	34	2	99
238	Polygon	200ME61062N87568	24	18	5	14	34	3	98
239	Polygon	200ME61064N87568	27	17	5	14	34	4	101
240	Polygon	200ME61066N87568	28	18	5	14	33	3	101
241	Polygon	200ME61060N87570	26	23	5	13	34	3	104
242	Polygon	200ME61062N87570	26	24	5	14	34	4	107
243	Polygon	200ME61064N87570	28	24	5	14	34	5	110
244	Polygon	200ME61066N87570	28	23	5	14	34	5	109
245	Polygon	200ME61068N87570	26	24	5	14	34	5	108
246	Polygon	200ME61060N87572	26	26	5	13	34	4	108
247	Polygon	200ME61062N87572	27	25	5	14	34	5	110
248	Polygon	200ME61064N87572	28	27	5	14	34	8	116
249	Polygon	200ME61066N87572	28	25	5	14	34	8	114
250	Polygon	200ME61068N87572	26	24	5	14	34	8	111
251	Polygon	200ME61060N87574	28	28	5	14	34	3	112
252	Polygon	200ME61062N87574	28	28	5	14	34	6	115
253	Polygon	200ME61064N87574	29	27	5	14	34	9	118
254	Polygon	200ME61066N87574	29	29	5	14	34	9	120
255	Polygon	200ME61068N87574	32	27	6	14	34	9	122
256	Polygon	200ME61060N87576	30	28	5	14	34	5	116
257	Polygon	200ME61062N87576	31	31	5	14	33	7	121
258	Polygon	200ME61064N87576	30	29	5	14	34	10	122
259	Polygon	200ME61066N87576	30	29	7	14	34	10	124
260	Polygon	200ME61068N87576	32	26	10	14	34	9	125
261	Polygon	200ME61060N87578	35	30	5	15	33	5	123
262	Polygon	200ME61062N87578	31	31	5	14	33	6	120
263	Polygon	200ME61064N87578	31	29	7	14	34	10	125
264	Polygon	200ME61066N87578	32	31	9	14	34	10	130
265	Polygon	200ME61068N87578	35	28	10	14	34	11	132
266	Polygon	200ME61060N87580	33	32	6	17	33	5	126
267	Polygon	200ME61062N87580	33	32	5	17	33	5	125
268	Polygon	200ME61064N87580	31	29	7	16	34	11	128
269	Polygon	200ME61066N87580	33	32	10	16	34	11	136
270	Polygon	200ME61068N87580	36	31	10	16	34	14	141
271	Polygon	200ME61060N87582	33	33	6	18	33	7	130
272	Polygon	200ME61062N87582	33	35	6	17	33	7	131
273	Polygon	200ME61064N87582	37	34	7	17	34	6	135
274	Polygon	200ME61066N87582	35	36	10	16	34	10	141
275	Polygon	200ME61068N87582	36	35	10	17	34	13	145
276	Polygon	200ME61060N87584	35	35	8	18	34	8	138
277	Polygon	200ME61062N87584	35	35	10	18	33	8	139
278	Polygon	200ME61064N87584	37	34	10	18	34	7	140
279	Polygon	200ME61066N87584	37	39	13	18	34	8	149
280	Polygon	200ME61068N87584	37	38	13	17	34	12	151
281	Polygon	200ME61060N87586	35	32	8	16	34	9	134
282	Polygon	200ME61062N87586	35	36	9	18	34	9	141
283	Polygon	200ME61064N87586	38	38	10	17	33	6	142
284	Polygon	200ME61066N87586	38	35	13	17	34	7	144
285	Polygon	200ME61068N87586	37	36	13	16	34	10	146
286	Polygon	200ME61060N87588	37	33	8	17	34	9	138
287	Polygon	200ME61062N87588	36	35	9	18	34	9	141

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
288	Polygon	200ME61064N87588	38	37	9	17	34	5	140
289	Polygon	200ME61066N87588	39	33	12	17	33	5	139
290	Polygon	200ME61068N87588	35	35	12	16	34	8	140
291	Polygon	200ME61060N87590	35	33	8	17	34	11	138
292	Polygon	200ME61062N87590	34	32	7	18	34	11	136
293	Polygon	200ME61064N87590	37	34	8	16	34	6	135
294	Polygon	200ME61066N87590	37	32	11	16	33	5	134
295	Polygon	200ME61068N87590	35	35	12	16	33	8	139
296	Polygon	200ME61060N87592	36	30	8	16	34	11	135
297	Polygon	200ME61062N87592	34	31	7	16	34	9	131
298	Polygon	200ME61064N87592	37	29	8	16	34	5	129
299	Polygon	200ME61066N87592	37	30	8	16	33	3	127
300	Polygon	200ME61068N87592	37	33	11	15	33	6	135
301	Polygon	200ME61060N87594	34	28	7	16	34	9	128
302	Polygon	200ME61062N87594	34	30	7	16	34	7	128
303	Polygon	200ME61064N87594	35	29	7	15	34	4	124
304	Polygon	200ME61066N87594	37	29	8	15	33	4	126
305	Polygon	200ME61068N87594	37	30	8	15	33	7	130
306	Polygon	200ME61060N87596	34	27	7	16	34	7	125
307	Polygon	200ME61062N87596	34	28	7	16	34	5	124
308	Polygon	200ME61064N87596	35	26	7	14	34	5	121
309	Polygon	200ME61066N87596	37	25	7	14	33	7	123
310	Polygon	200ME61068N87596	37	29	7	15	33	7	128
311	Polygon	200ME61060N87598	34	24	7	15	34	4	118
312	Polygon	200ME61062N87598	34	26	7	15	34	5	121
313	Polygon	200ME61064N87598	35	24	7	14	34	4	118
314	Polygon	200ME61066N87598	36	24	7	14	33	7	121
315	Polygon	200ME61068N87598	36	25	7	13	33	7	121
316	Polygon	200ME61060N87600	32	21	7	13	34	1	108
317	Polygon	200ME61062N87600	34	20	7	12	34	3	110
318	Polygon	200ME61064N87600	34	23	7	13	34	3	114
319	Polygon	200ME61066N87600	34	23	7	11	33	6	114
320	Polygon	200ME61068N87600	36	23	7	11	33	5	115
321	Polygon	200ME61060N87602	32	16	7	11	34	1	101
322	Polygon	200ME61062N87602	32	17	7	10	34	2	102
323	Polygon	200ME61064N87602	34	18	7	10	33	2	104
324	Polygon	200ME61066N87602	34	20	7	10	33	4	108
325	Polygon	200ME61068N87602	31	19	7	10	33	5	105
326	Polygon	200ME61060N87604	29	13	7	10	33	1	93
327	Polygon	200ME61062N87604	29	14	7	10	33	2	95
328	Polygon	200ME61064N87604	27	14	7	10	33	2	93
329	Polygon	200ME61066N87604	28	13	7	10	33	4	95
330	Polygon	200ME61068N87604	31	14	7	10	33	4	99
331	Polygon	200ME61070N87570	24	23	5	14	34	4	104
332	Polygon	200ME61070N87572	28	25	5	14	34	8	114
333	Polygon	200ME61072N87572	28	26	5	14	34	6	113
334	Polygon	200ME61074N87572	28	25	5	13	34	2	107
335	Polygon	200ME61076N87572	26	20	5	11	34	2	98
336	Polygon	200ME61078N87572	26	16	4	11	34	2	93
337	Polygon	200ME61070N87574	34	28	7	14	34	8	125
338	Polygon	200ME61072N87574	34	27	10	14	34	7	126
339	Polygon	200ME61074N87574	32	25	9	14	34	3	117
340	Polygon	200ME61076N87574	32	22	9	11	34	3	111
341	Polygon	200ME61078N87574	29	20	9	11	34	3	106
342	Polygon	200ME61070N87576	34	27	10	14	34	10	129
343	Polygon	200ME61072N87576	35	27	10	14	34	8	128
344	Polygon	200ME61074N87576	33	28	10	13	34	6	124

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
345	Polygon	200ME61076N87576	33	23	10	13	34	3	116
346	Polygon	200ME61078N87576	35	23	10	11	34	3	116
347	Polygon	200ME61070N87578	36	29	10	14	34	12	135
348	Polygon	200ME61072N87578	36	30	10	14	34	11	135
349	Polygon	200ME61074N87578	35	31	10	13	34	12	135
350	Polygon	200ME61076N87578	38	29	10	13	34	9	133
351	Polygon	200ME61078N87578	36	28	10	11	34	6	125
352	Polygon	200ME61070N87580	36	34	10	16	34	15	145
353	Polygon	200ME61072N87580	36	34	10	16	34	17	147
354	Polygon	200ME61074N87580	37	30	10	15	34	14	140
355	Polygon	200ME61076N87580	39	31	10	14	34	12	140
356	Polygon	200ME61078N87580	37	31	9	12	34	11	134
357	Polygon	200ME61070N87582	37	35	10	17	34	21	154
358	Polygon	200ME61072N87582	37	36	10	16	34	17	150
359	Polygon	200ME61074N87582	41	36	10	16	34	15	152
360	Polygon	200ME61076N87582	39	34	10	16	34	16	149
361	Polygon	200ME61078N87582	42	36	9	14	34	13	148
362	Polygon	200ME61070N87584	37	37	10	17	34	18	153
363	Polygon	200ME61072N87584	37	36	10	16	34	20	153
364	Polygon	200ME61074N87584	42	36	10	15	34	18	155
365	Polygon	200ME61076N87584	40	40	9	15	34	19	157
366	Polygon	200ME61078N87584	43	40	9	14	34	16	156
367	Polygon	200ME61070N87586	37	36	13	15	34	20	155
368	Polygon	200ME61072N87586	38	37	11	14	34	21	155
369	Polygon	200ME61074N87586	42	43	9	15	34	19	162
370	Polygon	200ME61076N87586	42	42	9	16	34	19	162
371	Polygon	200ME61078N87586	41	43	9	14	34	19	160
372	Polygon	200ME61070N87588	36	36	12	15	34	15	148
373	Polygon	200ME61072N87588	38	39	12	14	34	19	156
374	Polygon	200ME61074N87588	43	41	10	15	34	20	163
375	Polygon	200ME61076N87588	42	41	9	14	34	22	162
376	Polygon	200ME61078N87588	41	42	9	15	34	23	164
377	Polygon	200ME61070N87590	36	35	12	14	33	10	140
378	Polygon	200ME61072N87590	39	38	12	14	33	14	150
379	Polygon	200ME61074N87590	43	38	12	16	33	16	158
380	Polygon	200ME61076N87590	42	40	9	16	33	19	159
381	Polygon	200ME61078N87590	41	38	9	16	33	20	157
382	Polygon	200ME61070N87592	37	33	12	14	33	12	141
383	Polygon	200ME61072N87592	39	38	12	14	33	13	149
384	Polygon	200ME61074N87592	42	40	12	15	33	15	157
385	Polygon	200ME61076N87592	41	39	9	16	33	17	155
386	Polygon	200ME61078N87592	41	40	9	16	33	17	156
387	Polygon	200ME61070N87594	39	32	10	14	33	11	139
388	Polygon	200ME61072N87594	39	36	11	14	33	15	148
389	Polygon	200ME61074N87594	42	36	11	15	33	17	154
390	Polygon	200ME61076N87594	39	37	8	16	33	19	152
391	Polygon	200ME61078N87594	41	36	8	16	33	18	152
392	Polygon	200ME61070N87596	39	29	7	14	33	8	130
393	Polygon	200ME61072N87596	38	31	7	13	33	13	135
394	Polygon	200ME61074N87596	38	33	7	14	33	13	138
395	Polygon	200ME61076N87596	39	36	4	14	33	16	142
396	Polygon	200ME61078N87596	41	38	4	16	33	19	151
397	Polygon	200ME61070N87598	37	26	7	10	33	7	120
398	Polygon	200ME61072N87598	38	28	7	13	33	11	130
399	Polygon	200ME61074N87598	36	28	7	14	33	12	130
400	Polygon	200ME61076N87598	39	31	4	14	33	14	135
401	Polygon	200ME61078N87598	41	32	4	15	33	16	141

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
402	Polygon	200ME61070N87600	35	25	7	10	33	8	118
403	Polygon	200ME61072N87600	36	23	7	12	33	8	119
404	Polygon	200ME61074N87600	35	23	6	13	33	10	120
405	Polygon	200ME61076N87600	39	27	4	12	33	11	126
406	Polygon	200ME61078N87600	39	25	4	13	33	12	126
407	Polygon	200ME61070N87602	33	18	7	10	33	7	108
408	Polygon	200ME61072N87602	35	21	7	11	33	8	115
409	Polygon	200ME61074N87602	35	21	4	11	33	8	112
410	Polygon	200ME61076N87602	35	23	4	11	33	9	115
411	Polygon	200ME61078N87602	39	25	4	13	33	10	124
412	Polygon	200ME61070N87604	31	15	6	9	33	5	99
413	Polygon	200ME61072N87604	34	16	4	10	33	6	103
414	Polygon	200ME61074N87604	34	17	4	10	33	7	105
415	Polygon	200ME61076N87604	35	18	4	11	33	7	108
416	Polygon	200ME61078N87604	35	19	4	13	33	9	113
417	Polygon	200ME61072N87606	28	14	4	10	33	5	94
418	Polygon	200ME61074N87606	32	14	4	10	33	5	98
419	Polygon	200ME61076N87606	32	16	4	11	33	5	101
420	Polygon	200ME61078N87606	32	17	4	12	33	7	105
421	Polygon	200ME61074N87608	30	13	4	10	33	4	94
422	Polygon	200ME61076N87608	30	14	4	10	33	4	95
423	Polygon	200ME61078N87608	30	13	4	11	33	4	95
424	Polygon	200ME61080N87576	33	17	8	11	34	2	105
425	Polygon	200ME61082N87576	37	15	8	11	34	2	107
426	Polygon	200ME61080N87578	36	27	9	11	34	2	119
427	Polygon	200ME61082N87578	38	24	8	10	34	4	118
428	Polygon	200ME61084N87578	40	22	7	10	34	4	117
429	Polygon	200ME61080N87580	39	30	9	11	34	8	131
430	Polygon	200ME61082N87580	40	27	9	11	34	4	125
431	Polygon	200ME61084N87580	42	23	8	10	34	4	121
432	Polygon	200ME61086N87580	45	23	5	9	33	4	119
433	Polygon	200ME61088N87580	47	22	4	9	33	3	118
434	Polygon	200ME61080N87582	40	34	9	13	34	8	138
435	Polygon	200ME61082N87582	41	31	9	13	34	4	132
436	Polygon	200ME61084N87582	45	27	8	11	33	10	134
437	Polygon	200ME61086N87582	47	26	7	10	33	11	134
438	Polygon	200ME61088N87582	47	26	4	11	33	8	129
439	Polygon	200ME61080N87584	41	34	9	14	34	13	145
440	Polygon	200ME61082N87584	41	32	9	14	34	12	142
441	Polygon	200ME61084N87584	45	29	8	14	33	14	143
442	Polygon	200ME61086N87584	47	27	7	12	33	14	140
443	Polygon	200ME61088N87584	49	29	4	12	33	12	139
444	Polygon	200ME61080N87586	41	38	9	15	34	16	153
445	Polygon	200ME61082N87586	43	33	9	17	33	13	148
446	Polygon	200ME61084N87586	47	33	8	15	33	14	150
447	Polygon	200ME61086N87586	47	31	7	14	33	14	146
448	Polygon	200ME61088N87586	49	33	4	15	33	16	150
449	Polygon	200ME61080N87588	41	37	9	16	33	19	155
450	Polygon	200ME61082N87588	43	34	9	16	33	16	151
451	Polygon	200ME61084N87588	47	34	7	16	33	15	152
452	Polygon	200ME61086N87588	47	33	5	16	33	16	150
453	Polygon	200ME61088N87588	49	38	4	15	33	15	154
454	Polygon	200ME61080N87590	43	37	9	17	33	17	156
455	Polygon	200ME61082N87590	43	35	9	16	33	16	152
456	Polygon	200ME61084N87590	47	34	7	18	33	18	157
457	Polygon	200ME61086N87590	49	34	4	17	33	18	155
458	Polygon	200ME61088N87590	49	36	4	15	33	18	155

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
459	Polygon	200ME61080N87592	43	38	9	16	33	16	155
460	Polygon	200ME61082N87592	43	37	7	18	33	22	160
461	Polygon	200ME61084N87592	45	33	4	17	33	18	150
462	Polygon	200ME61086N87592	49	33	4	16	33	21	156
463	Polygon	200ME61088N87592	49	36	4	15	33	21	158
464	Polygon	200ME61080N87594	43	39	6	17	33	20	158
465	Polygon	200ME61082N87594	43	36	4	18	33	19	153
466	Polygon	200ME61084N87594	45	34	4	17	33	18	151
467	Polygon	200ME61086N87594	49	34	4	16	33	16	152
468	Polygon	200ME61088N87594	49	34	4	15	33	17	152
469	Polygon	200ME61080N87596	43	35	4	18	33	18	151
470	Polygon	200ME61082N87596	43	36	4	17	33	18	151
471	Polygon	200ME61084N87596	45	35	4	16	33	17	150
472	Polygon	200ME61086N87596	47	34	4	16	33	13	147
473	Polygon	200ME61088N87596	49	35	4	16	33	12	149
474	Polygon	200ME61080N87598	43	35	4	16	33	19	150
475	Polygon	200ME61082N87598	43	31	4	16	33	16	143
476	Polygon	200ME61084N87598	45	32	4	16	33	17	147
477	Polygon	200ME61086N87598	47	32	4	16	33	16	148
478	Polygon	200ME61088N87598	47	32	4	16	33	13	145
479	Polygon	200ME61080N87600	43	28	4	14	33	13	135
480	Polygon	200ME61082N87600	43	28	4	15	33	13	136
481	Polygon	200ME61084N87600	43	27	4	15	33	13	135
482	Polygon	200ME61086N87600	47	28	4	15	33	15	142
483	Polygon	200ME61088N87600	47	27	4	15	33	12	138
484	Polygon	200ME61080N87602	41	25	4	14	33	9	126
485	Polygon	200ME61082N87602	43	26	4	14	33	11	131
486	Polygon	200ME61084N87602	43	26	4	14	33	12	132
487	Polygon	200ME61086N87602	45	24	4	14	33	11	131
488	Polygon	200ME61088N87602	45	26	4	15	33	11	134
489	Polygon	200ME61080N87604	39	21	4	14	33	8	119
490	Polygon	200ME61082N87604	43	23	4	14	33	9	126
491	Polygon	200ME61084N87604	43	23	4	14	33	10	127
492	Polygon	200ME61086N87604	43	22	4	14	33	9	125
493	Polygon	200ME61088N87604	45	21	4	13	33	8	124
494	Polygon	200ME61080N87606	33	19	4	14	33	6	109
495	Polygon	200ME61082N87606	37	20	4	14	33	7	115
496	Polygon	200ME61084N87606	41	19	4	14	33	7	118
497	Polygon	200ME61086N87606	41	20	4	14	33	5	117
498	Polygon	200ME61088N87606	42	20	4	13	33	6	118
499	Polygon	200ME61080N87608	32	15	4	14	33	6	104
500	Polygon	200ME61082N87608	32	16	4	14	33	6	105
501	Polygon	200ME61084N87608	34	17	4	14	33	5	107
502	Polygon	200ME61086N87608	39	17	4	14	33	4	111
503	Polygon	200ME61088N87608	38	16	4	13	33	4	108
504	Polygon	200ME61080N87610	29	15	4	13	33	4	98
505	Polygon	200ME61082N87610	29	16	4	14	33	2	98
506	Polygon	200ME61084N87610	28	16	4	14	33	3	98
507	Polygon	200ME61086N87610	28	15	4	14	33	3	97
508	Polygon	200ME61094N87570	30	10	4	8	33	1	86
509	Polygon	200ME61096N87570	30	10	4	8	33	1	86
510	Polygon	200ME61098N87570	28	10	4	8	33	1	84
511	Polygon	200ME61098N87572	30	10	4	8	34	1	87
512	Polygon	200ME61098N87574	32	17	4	9	34	1	97
513	Polygon	200ME61098N87576	38	17	4	10	34	1	104
514	Polygon	200ME61092N87578	38	19	4	9	34	1	105
515	Polygon	200ME61094N87578	40	17	4	10	34	1	106

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
516	Polygon	200ME61096N87578	38	17	4	10	34	1	104
517	Polygon	200ME61098N87578	38	18	4	10	34	1	105
518	Polygon	200ME61090N87580	45	25	4	9	34	4	121
519	Polygon	200ME61092N87580	44	21	4	11	34	4	118
520	Polygon	200ME61094N87580	43	21	4	11	34	1	114
521	Polygon	200ME61096N87580	42	21	4	11	34	1	113
522	Polygon	200ME61098N87580	40	17	4	11	34	1	107
523	Polygon	200ME61090N87582	49	28	4	10	34	7	132
524	Polygon	200ME61092N87582	47	27	4	11	34	6	129
525	Polygon	200ME61094N87582	44	24	4	12	34	4	122
526	Polygon	200ME61096N87582	44	22	4	12	34	3	119
527	Polygon	200ME61098N87582	40	20	4	12	34	3	113
528	Polygon	200ME61090N87584	49	29	4	10	34	13	139
529	Polygon	200ME61092N87584	49	29	4	13	34	9	138
530	Polygon	200ME61094N87584	45	26	4	14	34	4	127
531	Polygon	200ME61096N87584	44	25	4	14	34	3	124
532	Polygon	200ME61098N87584	41	25	4	14	34	3	121
533	Polygon	200ME61090N87586	49	33	4	15	34	16	151
534	Polygon	200ME61092N87586	49	32	4	14	34	12	145
535	Polygon	200ME61094N87586	48	28	4	15	34	7	136
536	Polygon	200ME61096N87586	45	26	4	15	34	6	130
537	Polygon	200ME61098N87586	42	23	4	16	34	4	123
538	Polygon	200ME61090N87588	49	35	4	15	33	15	151
539	Polygon	200ME61092N87588	49	35	4	15	34	12	149
540	Polygon	200ME61094N87588	49	31	4	15	34	8	141
541	Polygon	200ME61096N87588	45	28	4	16	34	9	136
542	Polygon	200ME61098N87588	42	27	4	16	34	7	130
543	Polygon	200ME61090N87590	49	36	4	15	33	17	154
544	Polygon	200ME61092N87590	49	36	4	15	34	15	153
545	Polygon	200ME61094N87590	49	32	4	15	34	11	145
546	Polygon	200ME61096N87590	46	29	4	16	34	12	141
547	Polygon	200ME61098N87590	43	26	4	16	34	9	132
548	Polygon	200ME61090N87592	49	36	4	16	33	15	153
549	Polygon	200ME61092N87592	49	34	4	15	33	14	149
550	Polygon	200ME61094N87592	49	30	4	16	34	13	146
551	Polygon	200ME61096N87592	45	27	4	16	34	11	137
552	Polygon	200ME61098N87592	43	27	4	15	34	14	137
553	Polygon	200ME61090N87594	49	32	4	16	33	15	149
554	Polygon	200ME61092N87594	49	32	4	15	33	13	146
555	Polygon	200ME61094N87594	49	28	4	16	33	13	143
556	Polygon	200ME61096N87594	45	25	4	15	33	13	135
557	Polygon	200ME61098N87594	42	23	4	15	33	12	129
558	Polygon	200ME61090N87596	49	32	4	16	33	14	148
559	Polygon	200ME61092N87596	49	30	4	15	33	14	145
560	Polygon	200ME61094N87596	47	24	4	15	33	11	134
561	Polygon	200ME61096N87596	45	22	4	15	33	12	131
562	Polygon	200ME61098N87596	42	20	4	14	33	15	128
563	Polygon	200ME61090N87598	49	31	4	14	33	13	144
564	Polygon	200ME61092N87598	49	25	4	14	33	11	136
565	Polygon	200ME61094N87598	47	22	4	15	33	12	133
566	Polygon	200ME61096N87598	44	22	4	15	33	12	130
567	Polygon	200ME61098N87598	42	21	4	14	33	18	132
568	Polygon	200ME61090N87600	47	25	4	14	33	12	135
569	Polygon	200ME61092N87600	47	23	4	14	33	12	133
570	Polygon	200ME61094N87600	46	20	4	15	33	10	128
571	Polygon	200ME61096N87600	44	18	4	15	33	11	125
572	Polygon	200ME61098N87600	41	20	4	14	33	13	125

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
573	Polygon	200ME61090N87602	45	22	4	14	33	9	127
574	Polygon	200ME61092N87602	44	22	4	14	33	8	125
575	Polygon	200ME61094N87602	42	20	4	15	33	7	121
576	Polygon	200ME61096N87602	42	16	4	15	33	9	119
577	Polygon	200ME61098N87602	40	18	4	14	33	10	119
578	Polygon	200ME61090N87604	44	22	4	13	33	8	124
579	Polygon	200ME61092N87604	44	19	4	12	33	7	119
580	Polygon	200ME61094N87604	42	18	4	14	33	5	116
581	Polygon	200ME61096N87604	40	17	4	14	33	9	117
582	Polygon	200ME61098N87604	37	14	4	13	33	11	112
583	Polygon	200ME61090N87606	44	19	4	13	33	6	119
584	Polygon	200ME61092N87606	41	16	4	12	33	5	111
585	Polygon	200ME61094N87606	40	15	4	13	33	6	111
586	Polygon	200ME61096N87606	36	14	4	14	33	9	110
587	Polygon	200ME61098N87606	33	13	4	13	33	8	104
588	Polygon	200ME61090N87608	42	16	4	12	33	5	112
589	Polygon	200ME61092N87608	38	14	4	12	33	4	105
590	Polygon	200ME61094N87608	36	14	4	12	33	5	104
591	Polygon	200ME61096N87608	34	13	4	13	33	6	103
592	Polygon	200ME61098N87608	31	12	4	13	33	8	101
593	Polygon	200ME61090N87610	28	14	4	12	33	3	94
594	Polygon	200ME61092N87610	32	14	4	12	33	3	98
595	Polygon	200ME61094N87610	31	13	4	12	33	3	96
596	Polygon	200ME61096N87610	27	12	4	12	33	3	91
597	Polygon	200ME61098N87610	27	11	4	12	33	6	93
598	Polygon	200ME61092N87612	25	13	4	12	33	1	88
599	Polygon	200ME61094N87612	23	13	4	12	33	2	87
600	Polygon	200ME61096N87612	25	12	4	11	33	2	87
601	Polygon	200ME61098N87612	25	11	4	12	33	3	88
602	Polygon	200ME61092N87614	21	12	4	11	33	1	82
603	Polygon	200ME61094N87614	21	12	4	11	33	1	82
604	Polygon	200ME61096N87614	21	12	4	11	33	2	83
605	Polygon	200ME61100N87570	27	10	4	7	33	1	82
606	Polygon	200ME61104N87570	22	11	4	7	33	1	78
607	Polygon	200ME61106N87570	14	12	4	7	33	1	71
608	Polygon	200ME61108N87570	14	13	4	7	33	1	72
609	Polygon	200ME61100N87572	30	11	4	8	34	1	88
610	Polygon	200ME61102N87572	29	13	4	8	34	1	89
611	Polygon	200ME61104N87572	26	12	4	8	34	1	85
612	Polygon	200ME61106N87572	23	13	4	8	33	1	82
613	Polygon	200ME61108N87572	18	13	4	8	33	1	77
614	Polygon	200ME61100N87574	32	14	4	9	34	1	94
615	Polygon	200ME61102N87574	32	14	4	8	34	1	93
616	Polygon	200ME61104N87574	29	14	4	8	34	1	90
617	Polygon	200ME61106N87574	27	14	4	8	34	1	88
618	Polygon	200ME61108N87574	25	14	4	8	33	1	85
619	Polygon	200ME61100N87576	38	17	4	10	34	1	104
620	Polygon	200ME61102N87576	36	15	4	9	34	1	99
621	Polygon	200ME61104N87576	31	16	4	8	34	1	94
622	Polygon	200ME61106N87576	30	14	4	8	34	1	91
623	Polygon	200ME61108N87576	27	16	4	8	34	1	90
624	Polygon	200ME61100N87578	38	17	4	10	34	1	104
625	Polygon	200ME61102N87578	38	15	4	9	34	1	101
626	Polygon	200ME61104N87578	31	15	4	9	34	1	94
627	Polygon	200ME61106N87578	30	16	4	9	34	1	94
628	Polygon	200ME61108N87578	28	15	4	8	34	1	90
629	Polygon	200ME61100N87580	38	17	4	11	34	1	105

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
630	Polygon	200ME61102N87580	38	16	4	10	34	1	103
631	Polygon	200ME61104N87580	36	17	4	10	34	1	102
632	Polygon	200ME61106N87580	32	17	4	11	34	1	99
633	Polygon	200ME61108N87580	28	16	4	11	34	1	94
634	Polygon	200ME61100N87582	40	20	4	11	34	1	110
635	Polygon	200ME61102N87582	40	17	4	11	34	1	107
636	Polygon	200ME61104N87582	37	19	4	11	34	1	106
637	Polygon	200ME61106N87582	32	17	4	11	34	1	99
638	Polygon	200ME61108N87582	30	18	4	11	34	1	98
639	Polygon	200ME61100N87584	40	21	4	15	34	3	117
640	Polygon	200ME61102N87584	40	22	4	14	34	1	115
641	Polygon	200ME61104N87584	38	22	4	13	34	1	112
642	Polygon	200ME61106N87584	34	21	4	13	34	1	107
643	Polygon	200ME61108N87584	32	21	4	11	34	1	103
644	Polygon	200ME61100N87586	41	23	4	15	34	4	121
645	Polygon	200ME61102N87586	38	25	4	14	34	2	117
646	Polygon	200ME61104N87586	38	25	4	14	34	2	117
647	Polygon	200ME61106N87586	34	26	4	14	34	2	114
648	Polygon	200ME61108N87586	34	27	4	13	34	2	114
649	Polygon	200ME61100N87588	41	23	4	15	34	6	123
650	Polygon	200ME61102N87588	39	27	4	15	34	4	123
651	Polygon	200ME61104N87588	38	29	4	14	34	3	122
652	Polygon	200ME61106N87588	34	26	4	14	34	2	114
653	Polygon	200ME61108N87588	34	29	4	14	34	2	117
654	Polygon	200ME61100N87590	41	24	4	15	34	10	128
655	Polygon	200ME61102N87590	39	28	4	15	34	10	130
656	Polygon	200ME61104N87590	38	30	4	15	34	8	129
657	Polygon	200ME61106N87590	34	28	4	14	34	8	122
658	Polygon	200ME61108N87590	34	30	4	14	34	3	119
659	Polygon	200ME61100N87592	41	27	4	15	34	13	134
660	Polygon	200ME61102N87592	39	27	4	15	34	14	133
661	Polygon	200ME61104N87592	38	29	4	15	34	12	132
662	Polygon	200ME61106N87592	35	29	4	15	33	11	127
663	Polygon	200ME61108N87592	33	27	4	14	33	8	119
664	Polygon	200ME61100N87594	40	23	4	15	33	16	131
665	Polygon	200ME61102N87594	39	24	4	15	33	16	131
666	Polygon	200ME61104N87594	37	28	4	15	33	14	131
667	Polygon	200ME61106N87594	35	26	4	15	33	15	128
668	Polygon	200ME61108N87594	32	28	4	15	33	12	124
669	Polygon	200ME61100N87596	40	22	4	15	33	17	131
670	Polygon	200ME61102N87596	38	21	4	15	33	17	128
671	Polygon	200ME61104N87596	37	22	4	15	33	16	127
672	Polygon	200ME61106N87596	35	23	4	15	33	16	126
673	Polygon	200ME61108N87596	32	24	4	15	33	14	122
674	Polygon	200ME61100N87598	40	20	4	14	33	20	131
675	Polygon	200ME61102N87598	38	18	4	14	33	17	124
676	Polygon	200ME61104N87598	35	19	4	15	33	19	125
677	Polygon	200ME61106N87598	33	21	4	15	33	16	122
678	Polygon	200ME61108N87598	32	20	4	14	33	13	116
679	Polygon	200ME61100N87600	39	17	4	14	33	17	124
680	Polygon	200ME61102N87600	35	17	4	14	33	16	119
681	Polygon	200ME61104N87600	33	20	4	14	33	18	122
682	Polygon	200ME61106N87600	33	19	4	13	33	16	118
683	Polygon	200ME61108N87600	32	19	4	14	33	11	113
684	Polygon	200ME61100N87602	37	17	4	14	33	11	116
685	Polygon	200ME61102N87602	33	16	4	13	33	14	113
686	Polygon	200ME61104N87602	33	17	4	13	33	14	114

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
687	Polygon	200ME61106N87602	33	16	4	13	33	15	114
688	Polygon	200ME61108N87602	32	15	4	13	33	10	107
689	Polygon	200ME61100N87604	31	12	4	13	33	10	103
690	Polygon	200ME61102N87604	31	11	4	13	33	11	103
691	Polygon	200ME61104N87604	31	14	4	13	33	12	107
692	Polygon	200ME61106N87604	31	14	4	13	33	13	108
693	Polygon	200ME61108N87604	30	13	4	13	33	10	103
694	Polygon	200ME61100N87606	31	11	4	13	33	9	101
695	Polygon	200ME61102N87606	31	10	4	13	33	11	102
696	Polygon	200ME61104N87606	31	10	4	13	33	10	101
697	Polygon	200ME61106N87606	31	13	4	13	33	8	102
698	Polygon	200ME61108N87606	26	13	4	13	33	9	98
699	Polygon	200ME61100N87608	31	12	4	13	33	8	101
700	Polygon	200ME61102N87608	31	10	4	13	33	9	100
701	Polygon	200ME61104N87608	27	10	4	13	33	10	97
702	Polygon	200ME61106N87608	26	10	4	13	33	8	94
703	Polygon	200ME61108N87608	26	11	4	13	32	11	97
704	Polygon	200ME61100N87610	27	11	4	12	33	7	94
705	Polygon	200ME61102N87610	27	10	4	13	33	7	94
706	Polygon	200ME61104N87610	27	10	4	13	33	7	94
707	Polygon	200ME61106N87610	24	10	4	13	33	9	93
708	Polygon	200ME61108N87610	21	10	4	13	32	8	88
709	Polygon	200ME61100N87612	25	10	4	12	33	5	89
710	Polygon	200ME61102N87612	25	10	4	12	33	6	90
711	Polygon	200ME61104N87612	24	10	4	12	33	6	89
712	Polygon	200ME61104N87614	20	10	4	12	32	4	82
713	Polygon	200ME61110N87572	13	14	4	8	33	1	73
714	Polygon	200ME61112N87572	13	14	4	8	33	1	73
715	Polygon	200ME61110N87574	20	16	4	8	33	1	82
716	Polygon	200ME61112N87574	17	16	4	8	33	1	79
717	Polygon	200ME61114N87574	12	14	4	7	33	1	71
718	Polygon	200ME61110N87576	26	16	4	8	33	1	88
719	Polygon	200ME61112N87576	19	16	4	8	33	1	81
720	Polygon	200ME61114N87576	14	13	4	7	33	1	72
721	Polygon	200ME61116N87576	14	13	4	7	32	1	71
722	Polygon	200ME61110N87578	26	16	4	8	34	1	89
723	Polygon	200ME61112N87578	26	15	4	8	33	1	87
724	Polygon	200ME61114N87578	18	14	4	8	33	1	78
725	Polygon	200ME61116N87578	14	13	4	7	32	1	71
726	Polygon	200ME61118N87578	14	13	4	7	32	1	71
727	Polygon	200ME61110N87580	27	16	4	9	34	1	91
728	Polygon	200ME61112N87580	26	14	4	9	33	1	87
729	Polygon	200ME61114N87580	20	16	4	9	33	1	83
730	Polygon	200ME61116N87580	16	14	4	8	32	1	75
731	Polygon	200ME61118N87580	14	14	4	8	32	1	73
732	Polygon	200ME61110N87582	27	17	4	11	34	1	94
733	Polygon	200ME61112N87582	26	16	4	9	33	1	89
734	Polygon	200ME61114N87582	24	18	4	9	33	1	89
735	Polygon	200ME61116N87582	18	17	4	8	32	1	80
736	Polygon	200ME61118N87582	14	14	4	8	32	1	73
737	Polygon	200ME61110N87584	27	20	4	11	34	1	97
738	Polygon	200ME61112N87584	25	18	4	11	33	1	92
739	Polygon	200ME61114N87584	24	17	4	9	33	1	88
740	Polygon	200ME61116N87584	18	16	4	8	32	1	79
741	Polygon	200ME61118N87584	16	15	4	8	33	1	77
742	Polygon	200ME61110N87586	30	24	4	13	34	1	106
743	Polygon	200ME61112N87586	26	20	4	11	34	1	96

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
744	Polygon	200ME61114N87586	25	18	4	10	34	1	92
745	Polygon	200ME61116N87586	18	16	4	8	33	1	80
746	Polygon	200ME61118N87586	18	15	4	8	33	1	79
747	Polygon	200ME61110N87588	32	26	4	13	33	2	110
748	Polygon	200ME61112N87588	27	21	4	13	34	1	100
749	Polygon	200ME61114N87588	25	20	4	10	34	1	94
750	Polygon	200ME61116N87588	18	16	4	9	33	1	81
751	Polygon	200ME61118N87588	18	15	4	8	33	1	79
752	Polygon	200ME61110N87590	31	27	4	13	34	3	112
753	Polygon	200ME61112N87590	28	23	4	13	34	3	105
754	Polygon	200ME61114N87590	25	20	4	12	34	2	97
755	Polygon	200ME61116N87590	18	18	4	9	33	2	84
756	Polygon	200ME61118N87590	18	16	4	8	33	1	80
757	Polygon	200ME61110N87592	31	25	4	14	34	4	112
758	Polygon	200ME61112N87592	28	21	4	13	34	3	103
759	Polygon	200ME61114N87592	26	21	4	12	34	2	99
760	Polygon	200ME61116N87592	18	19	4	11	33	2	87
761	Polygon	200ME61118N87592	18	17	4	9	33	2	83
762	Polygon	200ME61110N87594	31	23	4	14	34	7	113
763	Polygon	200ME61112N87594	30	20	4	13	34	5	106
764	Polygon	200ME61114N87594	27	20	4	12	33	3	99
765	Polygon	200ME61116N87594	19	19	4	11	33	3	89
766	Polygon	200ME61118N87594	17	16	4	11	33	3	84
767	Polygon	200ME61110N87596	31	22	4	14	34	10	115
768	Polygon	200ME61112N87596	30	20	4	13	34	8	109
769	Polygon	200ME61114N87596	27	22	4	12	33	8	106
770	Polygon	200ME61116N87596	19	20	4	11	33	5	92
771	Polygon	200ME61118N87596	17	17	4	11	33	5	87
772	Polygon	200ME61110N87598	31	20	4	14	34	11	114
773	Polygon	200ME61112N87598	30	21	4	13	34	9	111
774	Polygon	200ME61114N87598	22	21	4	12	33	11	103
775	Polygon	200ME61116N87598	19	19	4	11	33	7	93
776	Polygon	200ME61118N87598	13	17	4	11	33	7	85
777	Polygon	200ME61110N87600	30	18	4	14	34	11	111
778	Polygon	200ME61112N87600	28	20	4	13	33	10	108
779	Polygon	200ME61114N87600	22	19	4	12	33	11	101
780	Polygon	200ME61116N87600	16	18	4	11	33	9	91
781	Polygon	200ME61118N87600	14	17	4	11	33	8	87
782	Polygon	200ME61110N87602	30	16	4	13	33	10	106
783	Polygon	200ME61112N87602	22	16	4	12	33	10	97
784	Polygon	200ME61114N87602	20	17	4	11	33	13	98
785	Polygon	200ME61116N87602	15	16	4	10	33	10	88
786	Polygon	200ME61118N87602	14	16	4	10	33	11	88
787	Polygon	200ME61110N87604	24	14	4	13	32	9	96
788	Polygon	200ME61112N87604	22	15	4	12	32	9	94
789	Polygon	200ME61114N87604	19	14	4	10	33	12	92
790	Polygon	200ME61116N87604	15	14	4	10	33	10	86
791	Polygon	200ME61118N87604	14	14	4	10	33	11	86
792	Polygon	200ME61110N87606	22	12	4	13	32	8	91
793	Polygon	200ME61112N87606	21	14	4	12	32	10	93
794	Polygon	200ME61114N87606	15	14	4	10	32	10	85
795	Polygon	200ME61116N87606	15	13	4	10	32	9	83
796	Polygon	200ME61118N87606	14	13	4	10	32	11	84
797	Polygon	200ME61110N87608	20	11	4	13	32	7	87
798	Polygon	200ME61112N87608	18	11	4	11	32	9	85
799	Polygon	200ME61114N87608	15	11	4	10	32	11	83
800	Polygon	200ME61120N87580	13	12	4	8	32	1	70

FID	Shape	ID_UNICO	LAZER	EDUC	COM	SEGUR	SAUDE	MOBIL	SOMA
801	Polygon	200ME61120N87582	13	12	4	8	32	1	70
802	Polygon	200ME61120N87586	13	14	4	8	33	1	73
803	Polygon	200ME61120N87588	15	14	4	8	33	1	75
804	Polygon	200ME61120N87590	15	15	4	8	33	1	76
805	Polygon	200ME61120N87592	15	16	4	8	33	1	77
806	Polygon	200ME61120N87594	15	16	4	8	33	2	78
807	Polygon	200ME61122N87594	11	14	4	8	33	2	72
808	Polygon	200ME61120N87596	13	15	4	8	33	5	78
809	Polygon	200ME61122N87596	11	14	4	8	33	4	74
810	Polygon	200ME61120N87598	13	17	4	8	33	6	81
811	Polygon	200ME61120N87602	13	13	4	8	33	11	82
812	Polygon	200ME61120N87604	11	13	4	8	33	11	80
813	Polygon	200ME61120N87606	10	12	4	8	32	10	76

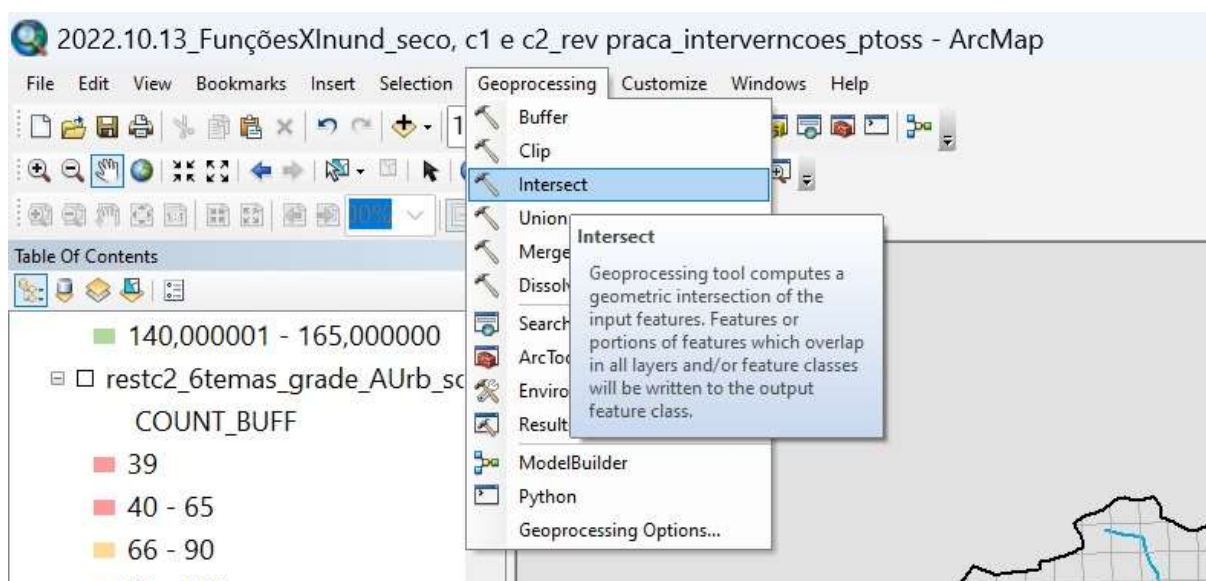
A seguir é apresentada uma pequena explicação da informação apresentada em cada uma das colunas da tabela acima.

- Coluna 1, “FID”: Corresponde ao um número sequencial das quadrículas no *shapefile*. O número total de quadrículas pode, portanto, ser obtido pelo último número dessa coluna + 1, considerando que a primeira linha é identificada como zero;
- Coluna 2, “Shape”: Identifica o tipo de elemento representado, no caso polígonos, correspondentes as quadrículas da grade estatística do IBGE;
- Coluna 3, “ID_UNICO”: Identifica cada quadrícula, por um número único;
- Coluna 4, “LAZER”: Identifica a quantidade de raios de influência de equipamentos do tema Lazer chegam à respectiva quadrícula;
- Coluna 5, “EDUC”: Identifica a quantidade de raios de influência de equipamentos do tema Educação chegam à respectiva quadrícula;
- Coluna 6, “COM”: Identifica a quantidade de raios de influência de equipamentos do tema Comércio chegam à respectiva quadrícula;
- Coluna 7, “SEGUR”: Identifica a quantidade de raios de influência de equipamentos do tema Segurança Pública chegam à respectiva quadrícula;
- Coluna 8, “SAUDE”: Identifica a quantidade de raios de influência de equipamentos do tema Saúde chegam à respectiva quadrícula;
- Coluna 9, “MOBIL”: Identifica a quantidade de raios de influência de equipamentos do tema Mobilidade chegam à respectiva quadrícula;
- Coluna 10, “SOMA”: Identifica a quantidade de raios de influência de equipamentos de todos os temas chegam à respectiva quadrícula.

Neste estudo, essa sequência de procedimentos foi realizada para 3 situações: situação sem inundação, cenário de inundação C0 e cenário de inundação C1. Vale lembrar que antes de proceder os referidos procedimentos para os cenários de inundação, é necessário desconsiderar (“apagar”) os pontos (equipamentos comunitários) situados em quadrículas com lâminas de inundação iguais ou superiores a 0,30 m.

ILUSTRAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE COMANDOS UTILIZADOS PARA TRANSFERIR AS LÂMINAS DE INUNDAÇÃO DAS CÉLULAS DO MODELO HIDRODINÂMICO PARA AS QUADRÍCULAS DA GRADE ESTATÍSTICA

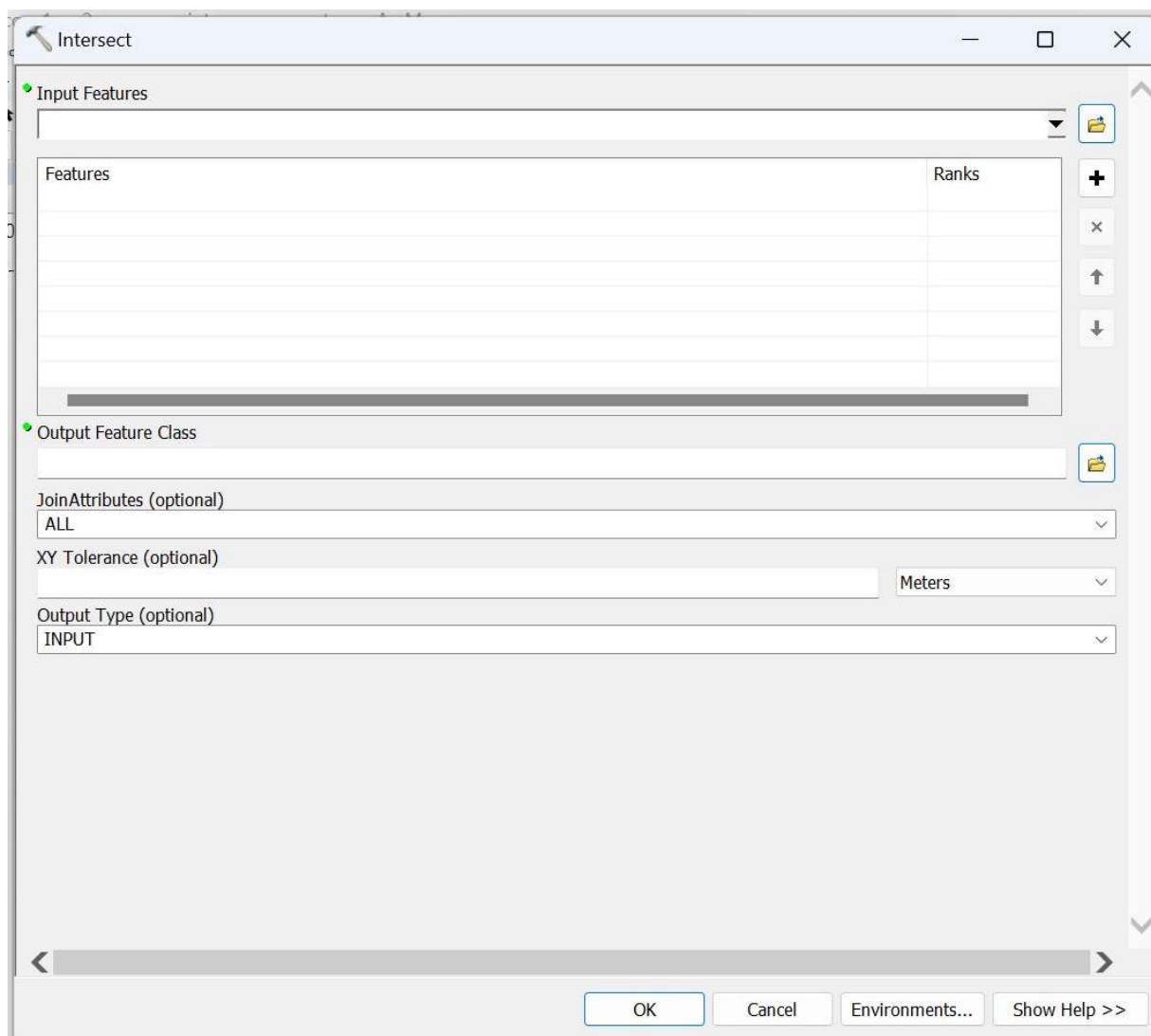
O procedimento de transferência das lâminas de inundação das células do modelo hidrodinâmico para as quadrículas da grade estatística se inicia com o procedimento de interseção dessas células. Para tal, utiliza-se a ferramenta “*Intersect*”, do conjunto de ferramentas “*Geoprocessing*”, conforme ilustração a seguir.



Selecionada a ferramenta, é necessário informar, para cada campo, os parâmetros desejados para a operação a ser executada, conforme ilustrado abaixo:

- “*Input Features*”: Arrastar os *shapefiles* da grade estatística e das lâminas de inundação;
- “*Output Feature Class*”: Escolher o local e nome do arquivo onde a informação será salva. O tipo de arquivo a salvar deve ser do tipo *shapefile* (.shp);

- Os demais campos não precisam ser alterados / informados;
- “OK”, para concluir a operação.



O passo seguinte é abrir a tabela de atributos resultante da operação “*intesect*” e na coluna que representa a área das células do modelo hidrodinâmico, proceder o seu recalcúlo, conforme ilustração a seguir.

Selecionada a ferramenta, é necessário informar, para cada campo, os parâmetros desejados para a operação a ser executada, conforme ilustrado abaixo:

Table

GradeBF

FID	Shape *	ID UNICO	areatotal
0	Polygon	200ME61038N87588	39999,12895
1	Polygon	200ME61038N87590	39999,13169
2	Polygon	200ME61020N87564	2727,40785
3	Polygon	200ME61020N87566	22999,51980
4	Polygon	200ME61022N87566	6487,71522
5	Polygon	200ME61028N87566	6177,21707
6	Polygon	200ME61020N87568	14109,3124
7	Polygon	200ME61022N87568	35903,14616
8	Polygon	200ME61024N87568	23521,29709
9	Polygon	200ME61026N87568	9331,47380
10	Polygon	200ME61028N87568	28395,44075
11	Polygon	200ME61020N87570	14015,66943
12	Polygon	200ME61022N87570	39998,59444
13	Polygon	200ME61024N87570	39998,66608
14	Polygon	200ME61026N87570	39998,72960
15	Polygon	200ME61028N87570	39998,79251
16	Polygon	200ME61020N87572	22473,59851
17	Polygon	200ME61022N87572	39998,58875
18	Polygon	200ME61024N87572	39998,66997
19	Polygon	200ME61026N87572	39998,73279
20	Polygon	200ME61028N87572	39998,79602

Sort Ascending
Sort Descending
Advanced Sorting...
Summarize...
Statistics...
Field Calculator...
Calculate Geometry...

Turn Field Off
Freeze/Unfreeze Co
Delete Field
Properties...

Calculate Geometry
Populate or update the values of this field to be geometric values derived from the features that the table represents, such as area, perimeter, length, etc. The dialog that appears lets you choose whether all the records will be calculated or just the selected records. This command is disabled if the table is not the attribute table of a feature class or shapefile.

Table

GradeBF

FID	Shape *	ID UNICO	areatotal
0	Polygon	200ME61038N87588	39999,12895
1	Polygon	200ME61038N87590	39999,13169
2	Polygon	200ME61020N87564	2727,40785
3	Polygon	200ME61020N87566	22999,51980
4	Polygon	200ME61022N87566	6487,71522
5	Polygon	200ME61028N87566	6177,21707
6	Polygon	200ME61020N87568	14109,31247
7	Polygon	200ME61022N87568	35903,14616
8	Polygon	200ME61024N87568	23521,29709
9	Polygon	200ME61026N87568	9331,47380
10	Polygon	200ME61028N87568	28395,44075
11	Polygon	200ME61020N87570	14015,66943
12	Polygon	200ME61022N87570	39998,59444
13	Polygon	200ME61024N87570	39998,66608
14	Polygon	200ME61026N87570	39998,72960
15	Polygon	200ME61028N87570	39998,79251
16	Polygon	200ME61020N87572	22473,59851
17	Polygon	200ME61022N87572	39998,58875
18	Polygon	200ME61024N87572	39998,66997
19	Polygon	200ME61026N87572	39998,73279
20	Polygon	200ME61028N87572	39998,79602
21	Polygon	200ME61020N87574	21621,59714
22	Polygon	200ME61022N87574	39766,80642
23	Polygon	200ME61024N87574	39998,66428
24	Polygon	200ME61026N87574	39998,72703
25	Polygon	200ME61028N87574	39998,79069
26	Polygon	200ME61022N87576	8492,85909
27	Polygon	200ME61024N87576	29795,29571
28	Polygon	200ME61026N87576	39998,73011
29	Polygon	200ME61028N87576	39998,80337
30	Polygon	200ME61024N87578	0,05483
31	Polygon	200ME61026N87578	22620,67485
32	Polygon	200ME61028N87578	39998,79680

Calculate Geometry

Property: Area

Coordinate System

☒ Use coordinate system of the data source:
PCS: SIRGAS 2000 UTM Zone 23S

☐ Use coordinate system of the data frame:
PCS: SIRGAS 2000 UTM zone 23S

Units: Square Meters [sq m]

☐ Calculate selected records only

[About calculating geometry](#)

OK Cancel

- “Property”: Escolher “Area”;
- “Units”: Escolher “Square Meters”;
- Os demais campos não precisam ser alterados / informados;
- “OK”, para concluir a operação.

Quando se procedeu o “*intersect*”, cada célula do Modcel foi dividida em quadrículas, então quando se abrir a tabela de atributos, será possível ver que uma célula que era representada por uma linha, passará a ser representada por várias, pois uma célula do Modcel foi dividida em vários pedaços, pertencentes a quadrículas distintas. Nesse processo, a área total de cada célula do Modcel foi repetida em várias linhas, sem ser recalculada para a área daquela célula que está dentro de cada quadrícula que a contém. Por isso é necessário recalculer a área das células do Modcel. Essas novas áreas serão importantes para que se possa calcular a média ponderada das lâminas de inundação existentes numa quadrícula.

Após o recálculo das áreas, optou-se por extrair a tabela de atributos do ArcGIS para trabalhá-la no Excel. Para o cálculo da média ponderada das lâminas de inundação existentes numa quadrícula, cria-se uma nova coluna, para receber a multiplicação dessas áreas das células do Modcel recalculadas e suas respectivas lâminas de inundação. Na sequência, procede-se um SOMASE para somar todos os pedaços de células pertencentes a uma mesma quadrícula (ID_UNICO). A planilha resultante terá no máximo 1.179 linhas, que é o número de quadrículas existentes na área de estudo. Por fim, a lâmina de inundação de cada quadrícula é obtida pela divisão do resultado da coluna de lâmina de inundação da planilha resultante do SOMASE pela área de cada quadrícula, em metros quadrados (40.000 m²).