

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES, NA ÁREA URBANA DA
MICROBACIA DO SEGREDO EM CAMPO GRANDE – MS**

PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

ADRIANE FAGUNDES LINO
ORIENTADOR: PROFº. DRº. ANTONIO CONCEIÇÃO PARANHOS FILHO

CAMPO GRANDE – MS

2021

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

ADRIANE FAGUNDES LINO

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES, NA ÁREA URBANA DA
MICROBACIA DO SEGREDO EM CAMPO GRANDE – MS**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais na Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a orientação do Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho.

CAMPO GRANDE – MS

2021

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

2021© 2021, Adriane Fagundes Lino.
Todos os direitos reservados.

FICHA CATALOGRÁFICA

Fagundes Lino, Adriane

**Análise da vulnerabilidade a inundações, na área urbana da
microbacia do Segredo em Campo Grande – MS.
2021**

**Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Mato Grosso
do Sul – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais**

Orientador: Antonio C. Paranhos Filho

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

FOLHA DE APROVAÇÃO

ADRIANE FAGUNDES LINO

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE A INUNDAÇÕES, NA ÁREA URBANA DA
MICROBACIA DO SEGredo EM CAMPO GRANDE – MS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para obtenção do título
de Mestre em Recursos Naturais junto à Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo
e Geografias (FAENG).

Aprovada em: ____/____/____

Banca Examinadora:

ANTONIO CONCEIÇÃO PARANHOS FILHOS
ORIENTADOR

CAMILA LEONARDO MIOTO

VINÍCIUS DE OLIVEIRA RIBEIRO

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

AGRADECIMENTOS

Tiago 1:5 diz: Se algum de vocês tem falta de sabedoria, peça-a a Deus, que a todos dá livremente, de boa vontade; e lhe será concedida. Obrigada Deus, por sua palavra se cumprir em minha vida!

A minha filha em especial, pois com tão pouca idade soube ser compreensiva em minha ausência. A todos os meus familiares e amigos que não mediram esforços e foram o meu suporte, em todas as áreas da minha vida.

Aos meus professores que transmitiram seus conhecimentos em sala de aula e aos professores que surgiram na caminhada na nova era digital, e em especial ao Professor Antonio Conceição Paranhos Filho, por ser tão solícito e ser realmente um mestre, que nos ensina o caminho do qual devemos andar.

Agradeço também ao Laboratório de Geoprocessamento LabGis (UFMS), por todo o apoio na ajuda na elaboração dos mapas temáticos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

RESUMO

O Brasil é conhecido por ser um país em desenvolvimento e está mais suscetível aos impactos naturais, devido à falta de controle e má gestão na questão do uso e ocupação da terra, ocasionando desastres naturais como inundações nas áreas urbanas. Interferindo de forma substancial no meio ambiente, com a ocupação do solo através de moradias, vias pavimentadas, elevando o índice impermeabilização deste solo, decorrendo a minimização da prática de infiltração, diminuindo assim áreas de contribuição pluviométrica. A fim de, identificar os problemas socioambientais conciliando as questões de planejamento urbano, esta pesquisa visa responder: “_O que poderia ser aplicado na prática para controlar as ações frente às inundações urbanas?_”; Diante desta problemática, o estudo visou compreender como são gerenciadas as intervenções do plano diretor de drenagem urbana existentes, aliando ao tipo de diretrizes correlatos em relação a vulnerabilidade frente às áreas de infiltração da Microbacia Hidrográfica do Segredo, analisou-se de forma criteriosa as leis e normas, mapeando as áreas compatíveis de infiltrações com o grau de desenvolvimento do Município de Campo Grande - MS. A pesquisa resultou em 2 estudos, o primeiro através do método bibliométrico, utilizando a base de dados *Scopus* da Elsevier, acesso cedido pela CAPES, com a aplicação dos dados obtidos, foram analisados por meio dos *softwares* de uso livre como o Mendeley e o *Vosviewer*, o segundo capítulo desta pesquisa se deu por base metodológica as informações de dados georreferenciados, com aplicações de *softwares* de uso livre QGIS 3.6.16 Hannover em conjunto com o Google Earth Pro. As pesquisas permitiram análises geográficas sob o uso e ocupação do solo, de forma detalhada e precisa, além de identificar os principais autores mais citados na base de dados *Scopus*. Existe uma preocupação no meio científico, em auxiliar a sociedade por meio de investigações sob os riscos a inundações urbanas, e ainda assim, há poucas publicações nessa área de interesse com base no método bibliométrico. Gerou-se uma carta de risco a inundação urbana, referente a Microbacia do Segredo em Campo Grande – MS. As metodologias que foram apresentadas são de grande valia, pois possuem fácil manuseio e ambos sem custo, possibilitando sua aplicação em áreas onde faltam informações detalhadas, como foi no processo dessa pesquisa. Contudo o produto gerado pode ser utilizado pelo poder Público para auxílio na gestão de medidas de controle para monitoramento dos problemas recorrentes com inundações nesta área urbana.

Palavra-chave: Drenagem Urbana, Bacias Hidrográficas, Inundação Urbana, Gerenciamento de Risco, Software Livre.

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

ABSTRACT

Brazil is known for being a developing country and is more susceptible to natural impacts, due to the lack of control and mismanagement in the issue of land use and occupation, causing natural disasters such as flooding in urban areas. Substantially interfering with the environment, with the occupation of the soil through houses, paved roads, increasing the waterproofing index of this soil, resulting in the minimization of the practice of infiltration, thus reducing areas of rainfall contribution. In order to identify socio-environmental problems reconciling urban planning issues, this research aims to answer: “_What could be applied in practice to control actions against urban flooding?_”; Faced with this problem, the study aimed to understand how the interventions of the existing urban drainage master plan are managed, combining the type of correlated guidelines in relation to the vulnerability in relation to the infiltration areas of the Segredo Hydrographic Microbasin, the laws were carefully analyzed. and norms, mapping the compatible infiltration areas with the degree of development of the Municipality of Campo Grande - MS. The research resulted in 2 studies, the first using the bibliometric method, using the Scopus database from Elsevier, access provided by CAPES, with the application of the obtained data, analyzed using free-use software such as Mendeley and Vosviewer , the second chapter of this research was methodologically based on information from georeferenced data, with free use software applications QGis 3.6.16 Hannover in conjunction with Google Earth Pro. in a detailed and precise manner, in addition to identifying the main authors most cited in the Scopus database. There is a concern in the scientific community to help society through investigations into the risks of urban flooding, and even so, there are few publications in this area of interest based on the bibliometric method. An urban flood risk letter was generated, referring to the Segredo Microbasin in Campo Grande – MS. The methodologies that were presented are of great value, as they are easy to handle and both free of cost, enabling their application in areas where detailed information is lacking, as was the case in this research process. However, the product generated can be used by the government to help manage control measures for monitoring recurring problems with flooding in this urban area.

Keywords: Urban Drainage, Watersheds, Urban Flooding, Risk Management, Free Software.

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 PRINCIPAIS ÁREAS DE CONHECIMENTO, REFERENTE A PRIMEIRA BUSCA DO TERMO NO ANO 2020.....	21
FIGURA 2 MAPA DAS PALAVRAS-CHAVES, REFERENTE A SEGUNDA BUSCA DO TERMO ATÉ O ANO 2020.	23
FIGURA 3 MAPA TEMPORAL, REFERENTE A ESCOLHA DAS PALAVRAS-CHAVE PARA O ESTUDO DE GEOTECNOLOGIA.....	24
FIGURA 4 EVOLUÇÃO DOS PERÍODICOS MAIS CITADOS AO LONGO DO TEMPO.....	26
FIGURA 5 COMPARATIVO DO NÚMERO DE CITAÇÕES COM O FATOR DE IMPACTO SJR	27
FIGURA 6 MÉTRICA DO IMPACTO DO NÚMERO DE CITAÇÕES POR AUTOR.	28
FIGURA 7 GRÁFICO DO NÚMERO DE CITAÇÕES POR AUTOR, ENCONTRADOS NO <i>SOFTWARE VOSVIEWER</i>	29
FIGURA 8 ORGANOGRAMA DOS PROCEDIMENTOS DE CRUZAMENTO DE INFORMAÇÕES PARA ANÁLISE DA VULNERABILIDADE À INUNDAÇÃO.....	42

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 TABELA DOS PRINCIPAIS AUTORES MAIS CITADOS.....	30
QUADRO 2 INFORMAÇÕES SOBRE AS PUBLICAÇÕES ANALISADAS.....	31
QUADRO 3 ÍNDICE DE PERMEABILIDADE NO PERÍODO DE DEZ ANOS, PARA A BACIA DO SEGREGO	44
QUADRO 4 ÁREA SITUADAS NA REGIÃO DE ALTO RISCO A INUNDAÇÃO, MICROBACIA DO SEGREGO EM CAMPO GRANDE – MS	54

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

LISTA DE MAPAS

MAPA 1 LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SEGREDO EM CAMPO GRANDE/MS.....	14
MAPA 2 PRINCIPAIS PAÍSES DE ORIGEM DOS ARTIGOS MAIS RELEVANTES SOBRE O ASSUNTO ...	25
MAPA 3 BACIA HIDROGRÁFICA DO SEGREDO EM CAMPO GRANDE – MS	39
MAPA 4 MAPEAMENTO DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SEGREDO.	43
MAPA 5 MAPA COMPARATIVO NO PERÍODO DE RETORNO DE DEZ ANOS, BACIA DO SEGREDO. ..	45
MAPA 6 PONTO DE COLETA DE DADOS DA ÁREA DE ESTUDO	46
MAPA 7 CARTA DAS ÁREAS DE RISCO À INUNDAÇÃO CONFORME O PARÂMETRO DAS ÁREAS ÚMIDAS.	47
MAPA 8 CARTA DAS ÁREAS DE RISCO À INUNDAÇÃO CONFORME O PARÂMETRO DAS MATAS CILIARES	48
MAPA 9 CARTA DE COBERTURA DO SOLO BACIA HIDROGRÁFICA DO SEGREDO	49
MAPA 10 CARTA DE RISCO A INUNDAÇÃO CONSIDERANDO A DECLIVIDADE.....	50
MAPA 11 CARTA DAS ÁREAS DE RISCO À INUNDAÇÃO CONFORME PARÂMETRO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	51
MAPA 12 CARTA RISCO DE INUNDAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SEGREDO ...	52
MAPA 13 CARTA DA ÁREA DE RISCO À INUNDAÇÃO NA REGIÃO DA MICROBACIA DO SEGREDO.	53
MAPA 14 CARTA DA ÁREA DE RISCO À INUNDAÇÃO COM DELIMITAÇÃO DOS BAIRROS NA REGIÃO DA BACIA DO SEGREDO.	53

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1. ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA.....	12
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 OBJETIVO GERAL	16
2 GESTÃO DE RISCO APLICADO A INUNDAÇÕES URBANAS: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO	17
2.1 INTRODUÇÃO	17
2.2 CONCEITO METODOLÓGICO	18
2.3 MATERIAIS E MÉTODOS	19
2.3.1 ESTRATÉGIAS PARA ARRANJO DAS PALAVRAS-CHAVE.....	21
2.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	25
2.4.1 REFINAMENTO DAS BUSCAS	30
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
3 CARTA DE RISCO A INUNDAÇÕES NA ÁREA URBANA, ESTUDO DE CASO: MICROBACIA DO CÓRREGO SEGREDO EM CAMPO GRANDE - MS	34
3.1 INTRODUÇÃO	34
3.1.1 PROBLEMA DE INUNDAÇÃO	35
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS	38
3.2.1 ÁREA DE ESTUDO	38
3.2.2 MATERIAIS	40
3.2.3 METODOLOGIA	41
3.3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	43
3.3.1 CARTA DAS ÁREAS ÚMIDAS (AU).....	46
3.3.2 CARTA DE MATAS CILIARES (MC)	48
3.3.3 CARTA DE SOLOS (So)	49
3.3.4 CARTA DE DECLIVIDADE (De).....	50
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
4 CONCLUSÃO FINAL	56
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1. ESPECIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A intervenção antrópica inadequada em centros urbanos e a falta de infraestrutura adequada das cidades em períodos de precipitação pluviométrica, revelam que os sistemas de saneamentos do meio urbano estão sendo insuficientes para atender o manejo dessas águas superficiais.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), os mapeamentos, realizados por meio de sistema de informação geográfica (SIG), categorizaram os terrenos em áreas densas e pouco densas, sucedendo as chamadas manchas urbanas contínuas.

O resultado de censos demográficos, indicam que o Brasil nos anos de 1950 apresentava 32,2% da população, vivendo em áreas urbanas e em 2010 deu-se um salto para 84,3% da população habitando em áreas urbanizadas. O estudo revela que o Município de Campo Grande, está na lista dos 20 municípios com maiores áreas urbanas do Brasil, essa quantificação aponta que há o crescimento desenfreado populacional, e o quanto se faz necessário o planejamento e a gestão de áreas que estão sendo edificadas (EMBRAPA, 2017).

Conforme a Lei Nacional do Meio Ambiente nº 6.938 de 31 agosto de 1981, afirma “que o meio ambiente é um conjunto de condições, influências, leis e interações de ordem física, química e biológica”, com o objetivo de proteger a vida em todas as suas formas, ou seja, envolvendo tudo que circunda o ser vivo, atribuindo assim os aspectos sociais, econômicos, ambientais e culturais (BRASIL, 1981).

As cidades têm interferido de forma substancial ao meio ambiente, as aglomerações de moradias, loteamentos com arruamentos, vias pavimentadas com asfalto, a impermeabilização de terrenos com concretos, tanto em áreas residências, comerciais e industrias, causando as ocupações dos solos. Sucendendo a minimização da prática de infiltração, acarretando a baixa permeabilidade dos solos, ocasionando a redução das áreas de contribuições pluviométricas. (PHILIPPI, 2014)

Para Ramos *et al.*, 2020 os retratos dessas atividades urbanas refletem a relação da sobrevivência do homem, principalmente em relação a sua alimentação, moradia e transporte, tais fatores têm elevado o apoderamento do uso do solo de uma maneira desregrada por toda a

região brasileira, afetando assim a saúde pública e a qualidade de vida como um todo. Visto que, há uma necessidade crítica de estudo em virtude da utilização do uso da terra, que incorpore uma compreensão sobre o seu planejamento.

Entender os conceitos acerca do tema, nos remete a coleta de dados e informações com base nas distâncias das áreas suscetíveis às inundações urbanas. Deste modo a perspectiva para análises origina-se do sensoriamento remoto, com o âmbito de facilitar o estudo das formas, distâncias, direção, tanto do uso, quanto da ocupação do solo, quantificando por meio dos dados espaciais apurados pelo imageamento por satélites, capturando os objetos geográficos que caracterizam a superfície terrestre, como a cobertura do solo, corpos de água, vegetação, entre outros. Com o processamento dessas imagens é exequível a obtenção de mapas, tornando uma ferramenta essencial para compreendermos a correlação com a expansão das cidades no aspecto da administração pública. (PARANHOS FILHO *et al.*, 2021)

Em 2008 foi elaborado o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) de Campo Grande – MS, sendo aprovado e publicado por intermédio do Decreto Municipal n. 12.680, em 2015 (BRASIL, 2015). O PDDU, conduz uma política de princípio e objetivo para o controle das águas pluviais; estratégias de desenvolvimento do plano; definição de cenários de desenvolvimento urbano e riscos para as inundações. A abordagem que mais tem sido usada é em relação a microbacia do Prosa, onde há estudos e medidas não estruturais e estruturais sobre a sua drenagem sendo apresentada no próprio plano, enquanto as outras bacias ainda não possuem medidas de prevenção com projetos emergenciais, e que venham atender as demandas de problemas específicos de cada bacia (BRASIL, 2015).

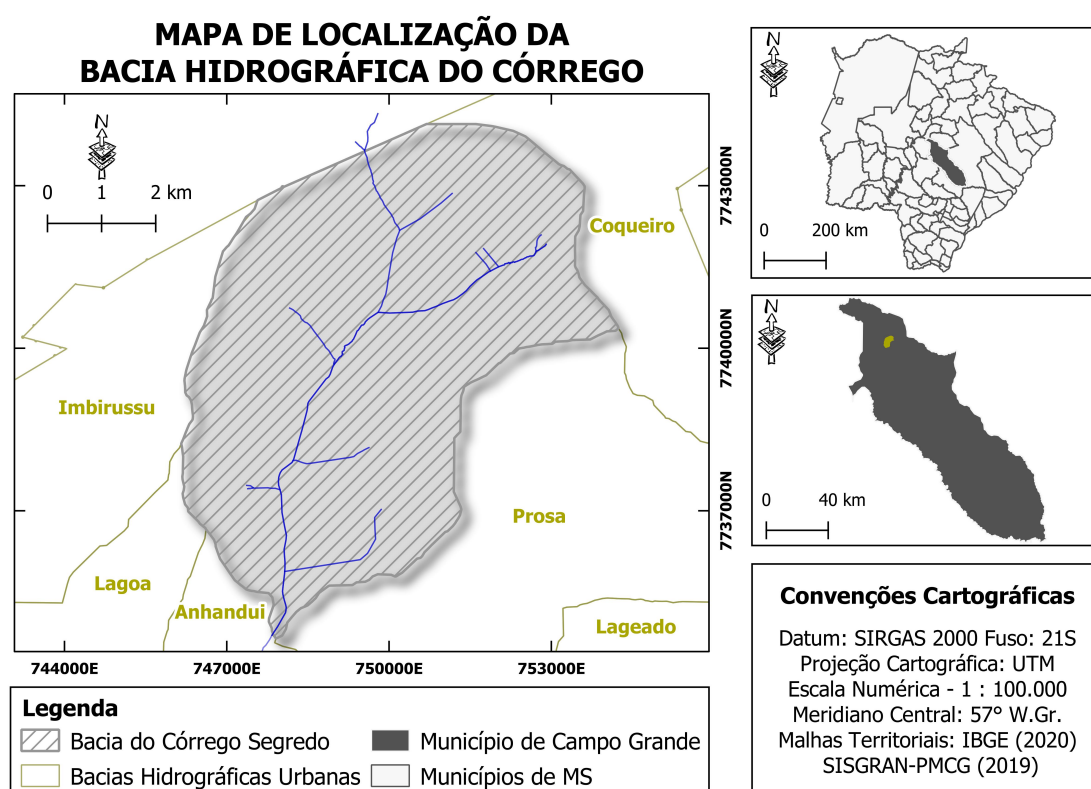
Em maio de 2019, foi publicado pela Prefeitura Municipal de Campo Grande – MS, um programa para atender os problemas que decorrem no município em vista das inundações frente ao sistema de drenagem urbana, chamado Plano de Ações para Drenagem Urbana (PADU); A proposta do plano é inserir medidas de controle, com ações estruturais e não estruturais, prevendo pesquisas, projetos, análises de controles das áreas impermeáveis; além do monitoramento das microbacias; cadastramento das redes de micro e macrodrenagem urbana; trazendo uma gestão integrada do sistema. (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO GRANDE, 2019).

1.2 JUSTIFICATIVA

Os componentes da gestão de uma cidade envolvem alguns fatores, como: o planejamento e gestão do uso do solo que trata da definição por meio do Plano Diretor Urbano de como a cidade deverá ser ocupada e suas correções com relação ao cenário do passado e do presente; a infraestrutura viária que está relacionada com água, energia, comunicação e transporte. O poder público tem de estar envolvido com a gestão e procurando avaliar e aprovar projetos, monitorar, fiscalizar e pesquisar medidas para que o desenvolvimento urbano seja socioambiental ou sustentável (TUCCI, 2008).

A área de estudo desta pesquisa situa-se no perímetro urbano do Município de Campo Grande/MS (mapa 1), situado na região Centro-Oeste do Brasil, sendo a capital do Mato Grosso do Sul. A cidade ocupa 2,26% da área do Estado, a cidade tem uma ocupação de 332 km² de áreas densas conhecida como manchas urbanas e seu espaço territorial é de 8.092,95 km² (IBGE, 2010). Em 1970, a capital do Mato Grosso do Sul contava com cerca de 140 mil habitantes, nos anos de 2010 houve um crescimento exponencial saltando para 786.797 mil, e em 2020 o último censo estimado é de 906.092 mil pessoas e a última densidade demográfica publicada em 2010, é de 97,22 hab/km², habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2020).

Mapa 1 Localização da Bacia Hidrográfica do Segredo em Campo Grande/MS.



A área de recorte espacial a ser estudada compreende a Microbacia Hidrográfica do Córrego Segredo e seus respectivos cursos d'água, decorrente de urbanização nas margens, da drenagem do córrego e das transformações antrópicas, com alta intensidade de desmatamento e da ocupação regular e irregular. O PDDU (BRASIL, 2015), relata que a bacia do segredo tem a maior área de cobertura vegetal, com um percentual de 25% em relação as outras bacias. Porém o local vem sofrendo transformações físicas no curso do córrego pela intervenção municipal, além da intensa ocupação populacional do solo às suas margens. (ESTRELLA, 2013)

Justifica-se este estudo, em termos gerais, pela relevância do tema proposto, visto que há ocorrências divulgadas pela Comissão Municipal de Defesa Civil do Estado 2019, dos crescentes acontecimentos deflagrados pelas fortes chuvas ocorridas nos últimos anos na cidade de Campo Grande/MS, apontando vários locais com deficiência de drenagem e ocupação urbana desordenada, da mesma forma que há vários registros destes incidentes na região da microbacia do Segredo. Os conhecimentos adquiridos com o estudo na Bacia do Segredo podem servir como subsídio para os estudos em outras bacias urbanas.

Essa dissertação é apresentada na forma de dois capítulos que deverão se tornar dois artigos científicos distintos, tratando principalmente do tema da pesquisa central análise da vulnerabilidade à inundações, na área urbana da microbacia do Segredo em Campo Grande – MS. O primeiro capítulo diz respeito a estudo do método bibliométrico, de modo a conhecer o contexto referente a gestão de risco aplicado a inundações urbanas, afim descrever as tendências sobre produções científicas em torno do diagnóstico referente a vulnerabilidade a inundações urbanas, e identificar as principais alternativas de controle na gestão de riscos analisando o que está sendo cada vez mais discutido no meio acadêmico. O segundo capítulo carta de risco à inundação urbana analisa o problema das inundações referentes a microbacia do Segredo em Campo Grande - MS, descrevendo a metodologia utilizada e descrevendo o estudo de caso, envolvendo as etapas necessárias a elaboração de cartas de inundação. Por ser escrito nessa forma, o conteúdo pode parecer repetitivo em suas introduções e descrições da área de estudo, porém cada capítulo apresenta objetivos, materiais e métodos, resultados e considerações próprias e uma conclusão geral.

1.3 OBJETIVOS

A fim de, identificar os problemas socioambientais conciliando as questões de planejamento urbano, esta pesquisa visa responder: “_O que poderia ser aplicado na prática para controlar as ações frente as inundações urbanas?_”; Diante desta problemática, o estudo visa compreender como gerenciar as intervenções do plano diretor de drenagem urbana existentes, aliando ao tipo de diretrizes correlatos em relação a vulnerabilidade frente as áreas de infiltração da Microbacia Hidrográfica do Segredo, analisando dessa forma criteriosa as leis e normas, mapeando as áreas compatíveis de infiltrações com o grau de desenvolvimento do Município de Campo Grande - MS.

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Identificar as vulnerabilidades nos sistemas de drenagem urbana através do uso das geotecnologias, afim de propor medidas preventivas e de correção, frente a Microbacia do Segredo em Campo Grande – MS.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever através do estudo bibliométrico, as tendências sobre produções científicas em torno do diagnóstico referente a vulnerabilidade a inundações urbanas;
- Identificar as principais alternativas de controle na gestão de riscos que estão sendo cada vez mais discutidas no meio acadêmico;
- Detectar a área com maior risco a inundação Microbacia do Segredo em Campo Grande- MS.

2 GESTÃO DE RISCO APLICADO A INUNDAÇÕES URBANAS: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

O método bibliométrico tem a função de investigar a evolução da ciência através de meio estatístico, com a função de mapear os processos de seleção das pesquisas científicas, buscando aprimorá-las sobre determinado assunto. Este estudo objetiva-se, em descrever por meio do estudo bibliométrico, as tendências sobre produções científicas em torno do diagnóstico referente a vulnerabilidade a inundações urbanas nos últimos 5 anos, e identificar as principais alternativas de controle na gestão de riscos que estão sendo cada vez mais discutidos no meio acadêmico, através do emprego de plataformas de uso livre para o levantamento bibliográfico, fez-se o uso da base de dados Scopus da Elsevier, já para a análise do estudo bibliométrico, o desenvolvimento se deu pelo uso de *softwares* de uso livre, o Mendeley e o *VosViewer*. Identificou-se através do estudo bibliométrico uma confirmação quantitativa dos dados em relação aos periódicos, autores e aos *papers*. A revisão de literatura se tornou mais eficiente, sendo possível uma classificação dos documentos encontrados, conseguiu-se alinhar os *papers* mais citados, auxiliando na busca de informações relevantes para atender o foco da pesquisa. Os resultados com base na análise da gestão de risco aplicado a inundações urbanas estão escassos, há poucas publicações nessa área de interesse com base no método bibliométrico.

Palavra-chave: Revisão Sistemática, Revisão de Literatura, Levantamento Bibliográfico, Mapeamento Científico.

2.1 INTRODUÇÃO

A água sempre teve um papel importante na história da evolução da humanidade como principal fonte de vida, o surgimento das cidades se deu em corpos d'água, margens de rios e riachos. Houve uma evolução no abastecimento e tratamento da água, muito antes da era cristã, já haviam construções de canais de irrigação e galerias, cisternas, reservatórios, túneis, medidores de água, entre outros. No período Neolítico as casas possuíam “calhas” para recolher as águas pluviais que eram desaguadas em pátios. Existem registros por volta de 4 mil anos atrás, sobre as ruínas das civilizações da Índia onde detectaram-se sistemas de redes de esgoto e drenagem nas ruas (ROCHA, 2018).

As Bacias Hidrográficas ou Bacias de Drenagem são definidas como áreas que drenam os cursos d'água, tanto de rios como de seus afluentes. Os cursos naturais dessas águas têm

seus limites extrapolados quando há presença de chuvas torrenciais, forçando a natureza a trabalhar em excesso, promovendo assim as inundações (PHILIPPI, 2014). Wonmin et al. (2019) expõem que as alterações no ciclo hidrológico e as modificações na morfologia das bacias hidrográficas estão sendo influenciadas pelo aumento das superfícies impermeáveis.

Para Acosta-Coll et al. (2018) as cidades com alta densidade demográfica sofrem maiores incidências aos desastres naturais. Segundo Cho et al. (2017) as áreas urbanas são sobretudo vulneráveis a eventos hidrológicos extremos, as inundações das águas superficiais sucedem das precipitações que não estão sendo drenadas naturalmente pelo solo e nem estão escoando pelos sistemas de drenagem, indicando que há uma lacuna no planejamento do espaço urbano.

Nos últimos anos, a comunidade científica e governos tem buscado aprimorar as pesquisas sobre a observação, compreensão e monitoramento da cobertura da terra em escala global, para detectar os efeitos nas mudanças ao meio ambiente, e a coordenação de ações para mitigar e se adaptar à essas mudanças, através de planos coesos para o desenvolvimento das futuras cidades (GADRANI et al., 2018).

Através desse levantamento define-se uma problemática a ser pesquisada, quais fatores utilizados para auxiliar na gestão das inundações em áreas urbanas? Justificando a importância da pesquisa, se faz necessário realizar não só uma revisão de literatura, mas verificar através da revisão sistemática o que realmente tem sido aplicado nos últimos 5 anos na comunidade científica.

Assim, neste artigo, objetiva-se descrever por meio do estudo bibliométrico, as tendências sobre produções científicas em torno do diagnóstico referente a vulnerabilidade a inundações urbanas nos últimos 5 anos, e identificar as principais alternativas de controle na gestão de riscos que estão sendo cada vez mais discutidas no meio acadêmico.

2.2 CONCEITO METODOLÓGICO

Na revisão de literatura temos a prática de efetuar o levantamento bibliográfico acerca do tema, este precede qualquer produção de artigos científicos. Galvão et al. (2019) afirmam que [...]“artigos que apresentam revisões de literatura estão usualmente entre os mais procurados pelos leitores de publicações científicas”[...]. A revisão de literatura auxilia na construção da pesquisa, levando contribuição para a comunidade científica e a sociedade,

apresentando problemáticas com a intenção de gerar hipóteses solucionadoras, trazendo uma avaliação crítica sobre uma determinada área de estudo. A revisão sistemática é uma pesquisa científica que possui sua própria metodologia, sintetizando resultados de pesquisas anteriores e por meio da coleta de dados, são realizadas análises e avaliações dos artigos mais influentes, mapeando através de um processo de seleção das pesquisas científicas (GALVÃO et al., 2019).

Nesse contexto, Tranfield et al. (2003) explanam sobre a revisão sistemática ser empregada como fonte responsável para medidas decisórias, seja no contexto dos responsáveis dos poderes públicos e privados, ou seja, possui um embasamento confiável para tomar medidas mais assertivas. Segundo Galvão et al. (2019) a categoria dessa pesquisa, visa apresentar coerência na revisão de literatura, onde o pesquisador investiga através da sua área de interesse as bases de dados que foram consultadas, produzindo critérios de seleção dos documentos encontrados, julgando se tais documentos serão inclusos ou excluídos de uma pesquisa central.

Dentro da sistemática literária, norteia-se este estudo por base do método bibliométrico, que tem a função de investigar a evolução da ciência através de meio estatístico, podendo transformar os dados em análises quantitativas e qualitativas. Dentro do método de pesquisa bibliométrico temos várias ferramentas para tomadas de decisões, neste artigo abordaremos o mapeamento científico. O mapeamento científico resulta em uma abordagem quantitativa de documentos armazenados em bases de dados, sustentando o núcleo temático do pesquisador, pois há uma exploração sobre a interdisciplinaridade, dos documentos, autores, periódicos, palavras-chave (*Keywords*), dos locais, do tempo de publicação e como as especialidades das publicações estão sendo interligadas. Em conclusão, o método bibliométrico leva em consideração, as informações sobre a investigação a contribuição do conhecimento científico, dando importância: a análise de co-citações, co-autoria e de co-palavras e acoplamento bibliográfico (ZUPIC et al., 2015).

2.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Adotou-se como estratégia no levantamento bibliométrico o emprego de plataformas de uso livre. As bases de dados científicas contêm: artigos, artigos de revisão de revistas científicas, livros, capítulos de livros e publicações de congressos, algumas plataformas possuem o acesso restrito, como a *Web of Science, WoS* (<https://apps-webofknowledge.ez51.periodicos.capes.gov.br/>) e a *Scopus* (<https://www.scopus.com>), mas o

Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) disponibiliza o acesso ao uso livre a instituições participantes. Esses bancos de dados são utilizados para controlar, analisar e verificar as pesquisas a partir da busca de documentos baseada no número autores, citações, relevância acadêmica que possuem e o impacto, tanto dos autores, como dos periódicos, instituições, países, nas diferentes áreas de conhecimento (Galvão et al., 2019).

Esta pesquisa fará uso da base de dados Scopus da Elsevier, justifica-se essa escolha, pela afirmação Mongeon et al. (2016), há cobertura de periódicos entre as bases de dados, cerca de 84% de títulos ativos na *WoS* acham-se indexados na base de dados *Scopus*, inclusive a base de dados Scopus apresenta títulos dos periódicos exclusivos ao *WoS*, nas áreas das Ciências da Terra e Atmosféricas, Ciências Naturais e a Engenharia.

Para a análise do estudo bibliométrico o desenvolvimento se dará pelo uso de *softwares* de uso livre, o *Mendeley* e o *VosViewer*. O *Mendeley* é um (<https://www.mendeley.com>) programa de gerenciamento bibliográfico e gratuito, possui fácil manuseio, é uma ferramenta utilizada para organização das referências bibliográficas dos artigos pesquisados, tem a opção de inserir as referências no corpo do texto, já que o mesmo detém dos dados completos a respeito do artigo, tais como os autores, periódicos onde foram publicados, volume, número de páginas e ano de publicação. Contudo o programa não possui aparato para realizar contagem da quantidade de autores, de palavras-chave, de quantos periódicos foram publicados por ano.

Nesse sentido fizemos uso do *software VosViewer* ([acesso livre](#)), que tem a função de aferir de forma prática a performance das publicações, gerando mapas bibliométricos de fácil interpretação. Com base nessa metodologia efetuou-se o mapeamento científico e avaliou-se as tendências dos campos científicos e sua evolução, seus *clusters* (grupos) e qual a interação entre estes, a ferramenta possibilita este estudo em um curto espaço de tempo, mas sem perder a profundidade de como determinado assunto está sendo tratado na comunidade científica. O processo se deu por meio da coleta de dados dos artigos adquiridos da base de dados *Scopus* em formato CSV, foram realizadas buscas amplas de palavras, após foi adicionado ao programa e analisado a relação entre os *clusters* das palavras-chave, transformando esses dados em mapas bibliométricos (redes de relacionamento), foram realizados vários cenários, para assessorar a relevância da problemática estudada, afim de não obter um viés científico.

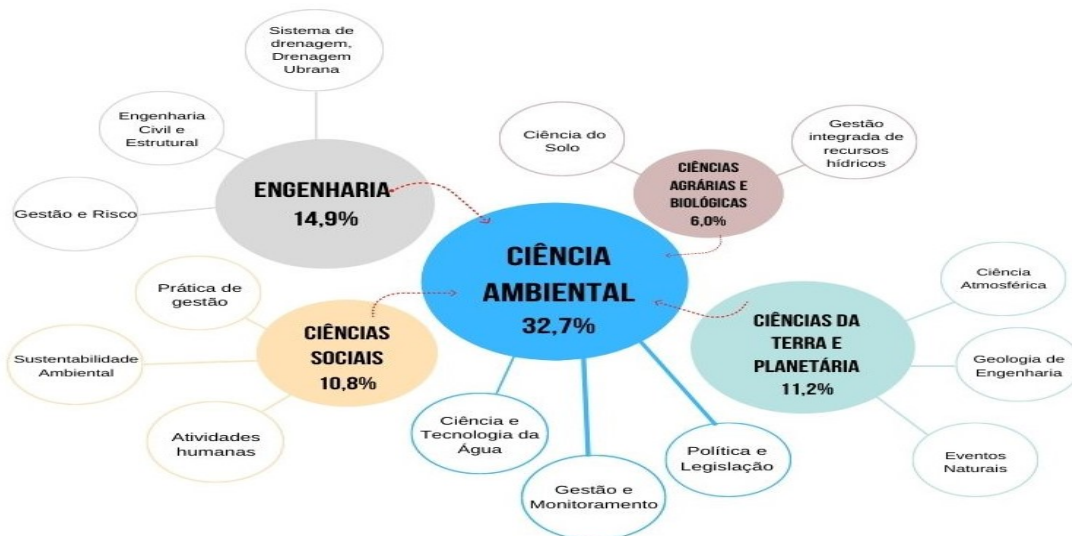
2.3.1 ESTRATÉGIAS PARA ARRANJO DAS PALAVRAS-CHAVE

A primeira busca por *keywords* (palavras-chave) foi em janeiro de 2021, com a utilização de termos que mais se assemelham ao título da pesquisa, conduziu a investigação com os operadores booleanos AND (e), OR (ou), AND NOT (e não), para construção da estratégia avançada na ânsia da melhor expressão, sendo que o mesmo mostra a relação entre os termos da pesquisa.

Na página inicial da base de dados *Scopus*, no campo de digitação **procurar**, seguiu-se a ordem da expressão: “.....” *and** *and* “.....”, sendo que a base de dados entende que os caracteres aspas (“...”) são utilizadas para juntar as expressões e o asterisco (*) é usado no final da palavra, quando está possui várias terminações, não houve limitações e filtragens, aceitou-se que fossem pesquisados o termo em: título dos artigos, resumos e palavras-chave. Conduziu-se a pesquisa para realizar o estudo do método bibliométrico, fazendo uso dos softwares Mendeley e Vosviewer.

Foram considerados as questões sob o viés do pesquisador, então a primeira busca foi direcionada: “*drainage*” *and* *urban** *and* “*risk*”, não houve limitações e filtragens, aceitou-se que fossem pesquisados o termo em: título dos artigos, resumos e palavras-chave, ao todo foram encontrados 1.462 artigos, o período específico para a pesquisa foi até o ano 2020. Na própria base de dados são gerados gráficos que mencionam as áreas de conhecimento, fizemos uma relação das principais áreas de conhecimento, conforme figura 1.

Figura 1 Principais áreas de conhecimento, referente a primeira busca do termo no ano 2020.

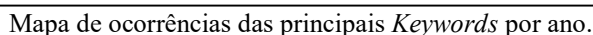
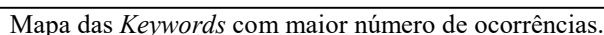


A base de dados Scopus realiza uma investigação por temáticas, com base na imagem acima é possível verificar as publicações encontradas, estas foram separadas por áreas de conhecimento que tem mais relação com tema da pesquisa e foram encontrados 75,6% de publicações relacionadas, dentre elas estão: Ciências Ambientais com 32,7% com assuntos referentes a ciência e tecnologia da água, gestão e monitoramento, política e legislação; Engenharias com 14,9 % das publicações, foram encontrados assuntos referentes a sistema de drenagem, drenagem urbana, gestão e risco, engenharia civil e estrutural; Ciências da Terra e Planetárias 11,2 % com temas relacionados a ciência atmosférica, geologia de engenharia e eventos naturais; Ciências Sociais 10,8% com prática de gestão, sustentabilidade ambiental e atividades humanas e por último, Ciências Agrária e Biológicas com 6% referente a ciências do solo e gestão integrada de recursos hídricos, podemos identificar que essas são áreas mais relevantes para a pesquisa.

Aplicou-se então uma segunda pesquisa, adicionando o filtro, limitando a busca por essas 5 áreas de conhecimento e foram encontrados 1.279 documentos, estes foram extraídos da base de dados Scopus com todas as informações referentes a citação, informação bibliográfica, resumo e palavras-chave, detalhe de financiamento e outras informações, transformado esses dados para o formato CSV. Após exportados, foram anexados no software Vosviewer a fim de identificar uma análise das principais palavras-chave em uso.

Para gerarmos o mapa da *Keywords* dos documentos correspondente aos resultados da pesquisa na base de dados *Scopus*, anexamos o arquivo CSV com os 1.279 documentos, selecionamos a opção co-ocorrências de *All Keywords* (todas as palavras-chave), após o software solicita que seja informado o número mínimo de ocorrências de uma palavra-chave, adicionamos o número 20 por semelhança, ou seja, dentre as 9.164 (nove mil cento e sessenta e quatro) palavras-chave que a ferramenta encontrou nos documentos, ele ainda encontrou 192 (cento e noventa e duas) termos-chave que foram divididas em 4 (quatro) *clusters*, figura 2.

Os *clusters* aparecem em destaques por cores: em vermelho com 75 *Keywords*, em verde com 66, em azul com 36, em amarelo com 15, sendo possível identificar visualmente que as palavras do grupo verde “*risk assessment*” (avaliação de risco), “*floods*” (inundações), estão em destaque, as palavras no grupo azul “*drainage*” (drenagem), “*urban drainage and urban area*” (drenagem urbana e área urbana) são as que mais se destacam.



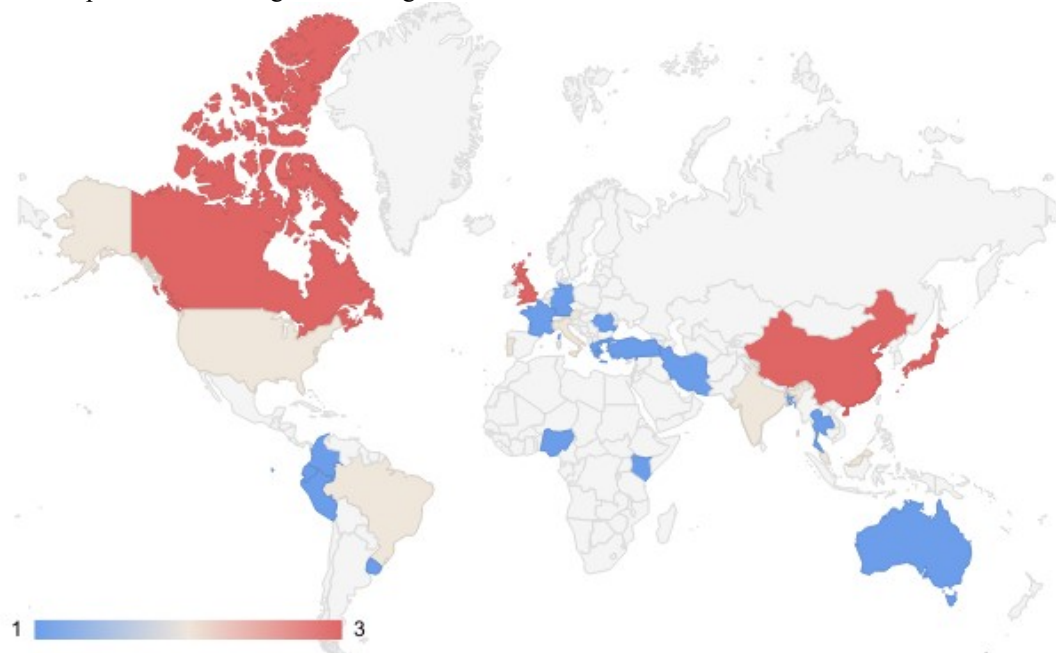
Através desse mapeamento, obtivemos informações duas informações importantes utilizando a uma mesma pesquisa (figura 2), a primeira nos revela as principais *Keywords* com maior número de ocorrência com base nas cores em verde e azul, e a segunda mostra essa ocorrência com base no tempo. As junções dessas cores refletem a força da relação entre essas expressões, sendo assim, fizemos uma segunda avaliação com base no tempo de publicação selecionando um período de 10 anos desses documentos.

adicionando a expressão “*vulnerability*”, nesse caso o autor detectou 29 documentos. Cada um dos respectivos princípios de busca, cobriu os artigos de todos os períodos até o ano de 2020. A seleção do ano foi importante para garantir que a literatura recente e a discussão da área temática fossem incluídas no estudo.

2.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Diante do estudo bibliométrico, foram localizados 29 documentos indexados em 17 periódicos que pertencem à base de dados Scopus da Elsevier, constam publicações em 27 países diferentes, dentre elas 2 publicações nacionais, conforme o mapa 2. O primeiro ano de publicação encontrado dos documentos foi em 2005 nos permitindo analisar se o tema está em ascensão ou declínio, além de apontar o quanto o tema da pesquisa pode ser considerado atual.

Mapa 2 Principais Países de origem dos artigos mais relevantes sobre o assunto

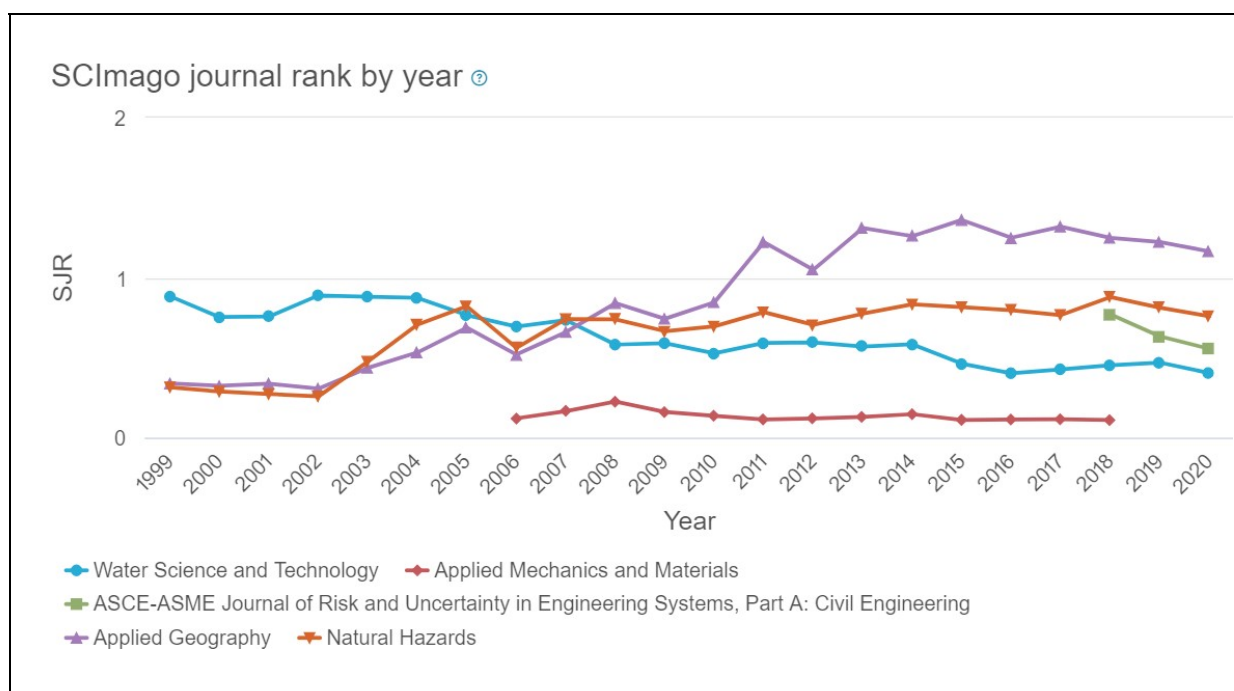


Foram selecionados os 10 Países com maior número de publicações de documentos e encontrou-se uma equiparação entre o Canadá, China, Japão e Reino Unido, cada um com pelo menos 3 publicações (destacado em vermelho no mapa). A Áustria, Brasil, Índia, Itália, Malásia e Estados Unidos com 2 documentos publicados (em bege no mapa), os outros países possuíam somente 1 publicação.

Esses trabalhos foram escritos por 99 autores vinculados a 65 instituições. Realizamos uma análise com base na relação das revistas científicas que são usadas como meio de divulgação dos *papers*, por meio do fator de impacto SJR, que faz uso do *H-Index* (índice-H),

sendo um dos métodos referentes ao índice bibliométrico, com a função de auxiliar na escolha dos periódicos de maior impacto dentro das áreas do conhecimento, o resultado obtido é por meio do número H de artigos com H citações, este indicador é fornecido pela Elsevier através do SJR – Scimago Journal & Country Rank (<https://www.scimagojr.com/>). Com base no gráfico fornecido na própria base de dados *Scopus*, é possível identificar a evolução por ano dos periódicos, são apresentadas as 5 revistas com mais impactos, figura 4.

Figura 4 Evolução dos periódicos mais citados ao longo do tempo.



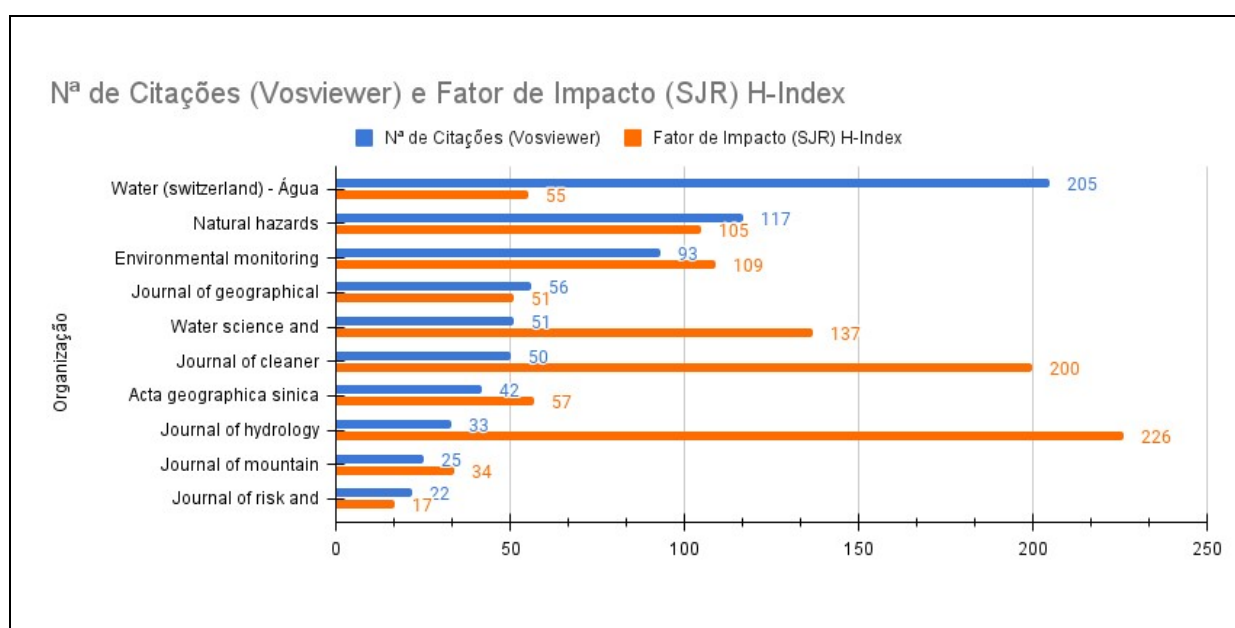
Fonte: Gerado automaticamente na base de dados *Scopus*, 2020.

Essa contabilização é feita pelo número de citações recebidas por documentos de um periódico e as divide pelo número total de documentos publicados naquele periódico. É possível identificar que a revista científica *Water Science and Technology*, uma revista que publica artigos revisados por pares sobre todos os aspectos da ciência e tecnologia de tratamento de águas residuais e gestão da qualidade da água em todo o mundo, ela teve um decréscimo ao longo dos anos, fomos a fundo estudar o seu fator de impacto *H-Index* é 137, indicando no site que ela teve uma queda de qualidade no período de dez anos. A revista *Applied Geography* obteve uma evolução com *H-Index* 99, sua qualidade aumentou em todas as áreas em uma década, sendo considerada uma revista que publica pesquisas que utilizam abordagens geográficas (humana, física, natureza-sociedade e GIScience) para resolver problemas humanos de dimensão espaciais, ao todo podemos notar que a revista *Journal of risk and uncertainty in engineering systems, part a: civil engineering*, faz parte da Editora

Sociedade Americana de Engenheiros Civis é uma revista nova com publicações à partir de 2018 e possui um *H-Index* 17, está classificada com uma boa qualidade no impacto dentro da área engenharia civil, estrutural, construção, segurança, risco e qualidade, indicando uma alta nas citações. Observou-se que ao todo está tendo um acréscimo anualmente frente a citações, nessa área de conhecimento.

Para esclarecer essa questão sobre o impacto dos periódicos, fizemos uma conferência com as 10 primeiras revistas indexadas na base de dados *Scopus*, foram analisadas por meio da ferramenta de mapeamento bibliográfico, no método busca de citações e fontes, dentro do *software Vosviewer*. Identificamos as revistas que obtinham o maior número de citações, após apurou-se os fatores de impacto *H-Index* de cada, foram encontrados no site SJR (<https://www.scimagojr.com/>), transformamos esses dados em um gráfico comparativo, figura 05.

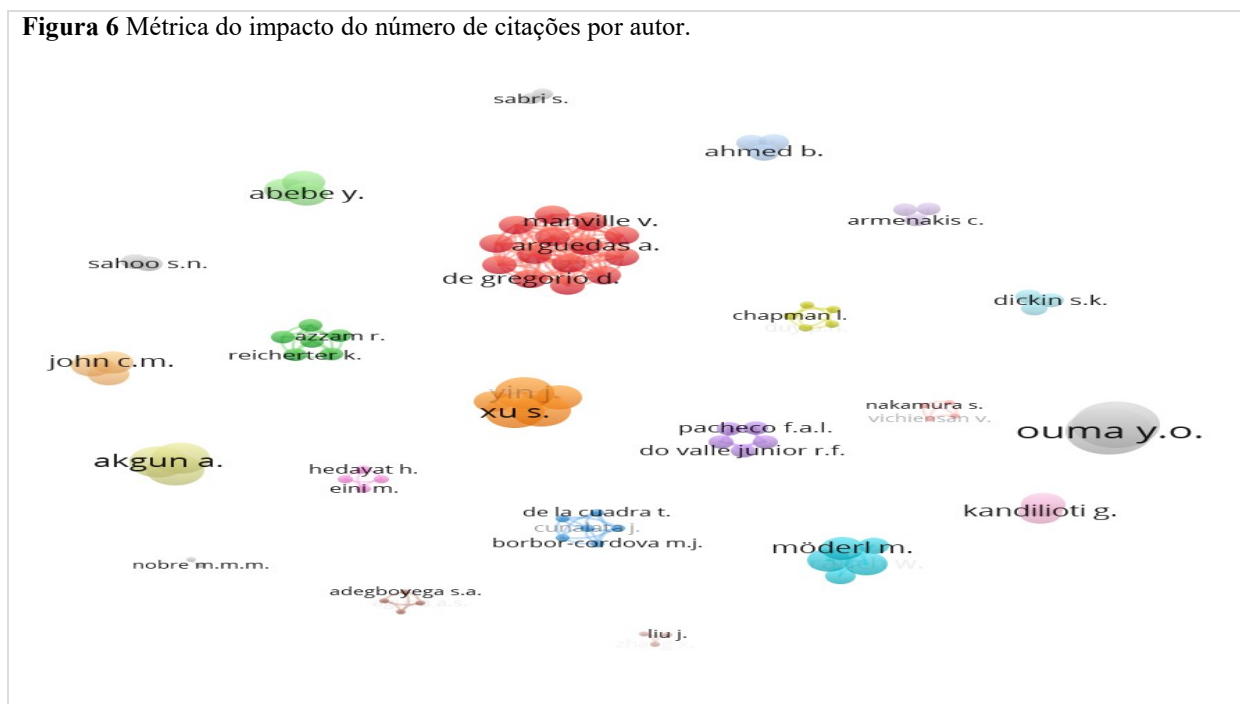
Figura 5 Comparativo do número de citações com o fator de impacto SJR



Com relação ao fator de impacto, verificou-se uma distorção da quantidade de citações pelo *H-index* que o periódico apresenta. Analisando a revista *Water (switzerland)* obteve 205 citações, seu índice-H foi de 55, enquanto a revista *Journal of risk and uncertainty in engineering systems, part a: civil engineering*, possuía 22 citações e o índice-H 17, ou seja, praticamente proporcional ao número de citações com o fator de impacto, a revista *Journal of Hydrology*, teve uma média de 33 citações e o índice-H com 226 sendo considerado um alto fator de impacto em relação aos outros periódicos. Apesar da base de dados *Scopus* apresentar

as métricas de impacto do SJR, isso não garantiu que os periódicos são os mais relevantes em relação aos dados fornecidos pelo *software Vosviewer*. Destacando assim, a importância de se analisar as publicações não só pelas citações com base nas revistas, mas com base nos documentos que são mais influentes pelos autores. Com essa intenção, geramos um mapa como suporte para a construção das redes dos autores, figura 6.

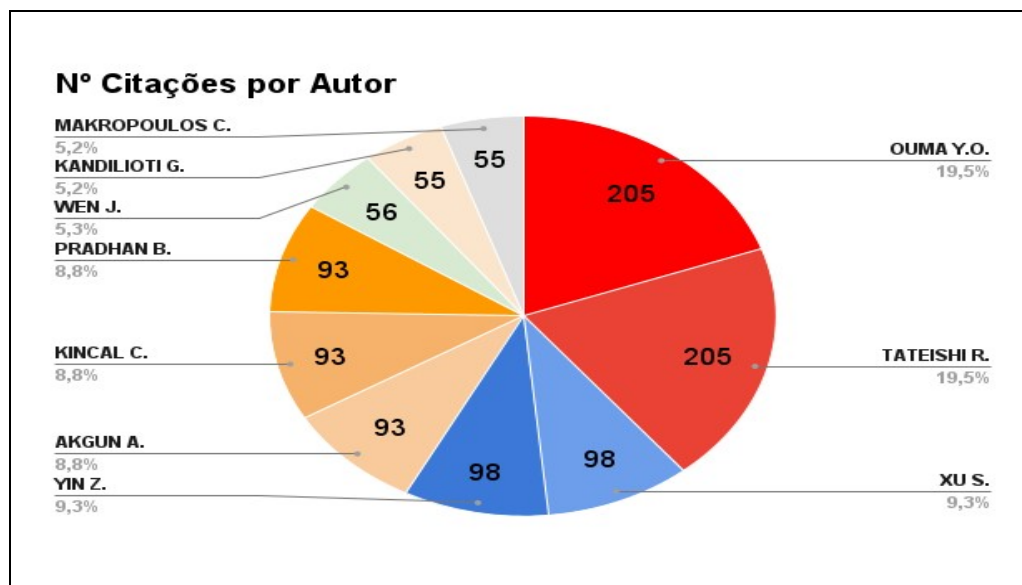
Figura 6 Métrica do impacto do número de citações por autor.



Na visualização em rede gerada no *Vosviewer*, fica evidente que há uma separação entre os autores, ao todo afigurou-se 22 *clusters*, os autores são representados por círculos. Essa verificação é feita através da identificação de cores, cada rede de autores possui uma cor específica e determina os *clusters* do qual pertencem, a avaliação é feita por peso e pode gerar 3 diagnósticos diferentes como: a força total do link, onde um link está relacionado a dois itens (onde um item cita o outro); ao número de documentos e a quantidade de citações. Nesse caso em específico analisamos as citações, o resultado é em relação ao tamanho do círculo determinando o seu peso, isto é, quanto maior o círculo do autor mais citações ele teve, como é o caso do *Ouma Y.* mesmo pertencendo em um *cluster* de um autor ele se destaca no mapa, já *Xu S.*, está dentro de um *clusters* com outros 4 autores, também em destaque no mapa.

Evidenciando-se a necessidade de organizar os dados sobre as métricas desses autores, geramos um gráfico que relaciona a quantidade de citações por autores, conforme figura 7.

Figura 7 Gráfico do número de citações por autor, encontrados no *software Vosviewer*.



A relevância do pesquisador Ouma Y.O. com 205 registros de citações, aparece publicado no ano de 2014 na revista *Water (switzerland)*, com o seu artigo mais citado: Vulnerabilidade a inundações urbanas e mapeamento de risco usando AHP e GIS multi-paramétricos integrados: Visão geral metodológica e avaliação de estudo de caso, assunto este de grande relevância, já que o mesmo trata sobre a geração de mapas voltados ao uso de geotecnologias, além de estimar os riscos relacionados a enchentes urbanas.

O autor Xu S., aparece com 98 citações, o seu artigo mais citado está publicado no *Journal of Geographical Sciences* em 2011, com o tema: Modelagem de cenários com base na comunidade e avaliação de risco de desastres de inundações por tempestades urbanas, do qual refere-se não só a avaliação dos desastres naturais, mas estuda afundo sobre alagamentos por tempestades que ocorrem com frequência na maioria das cidades da China, fazendo o uso de métodos de geoprocessamento para análises para pequena escala do espaço urbano.

Ao todo sobre esse estudo, foi possível observa que as redes de co-citações desses 29 documentos encontrados estão concentradas em 22 *clusters*, ainda há diversos grupos pequenos de autores que se relacionam entre si formando uma teia. Nota-se ainda que não há muitos autores produzindo sozinho, ou seja, estão sempre ligados a uma rede única.

2.4.1 REFINAMENTO DAS BUSCAS

Zupic et al. (2015) afirmam que não é confiável analisar os artigos com base somente nas palavras-chave, pois podem ocorrer o chamado “efeito indexador”- onde a validade do documento fica dependente das revistas, em outras palavras, se os indexadores estão considerando todos os aspectos que são relevantes para publicação. Foram excluídos os artigos duplicados pelo mecanismo de busca do *software* Mendeley ou cujo o texto completo não foi encontrado pelo acesso livre, além da exclusão de 2 publicações de conferências.

Para tornar a pesquisa mais concisa, foram selecionados apenas aqueles artigos de periódicos identificados com pelo menos 1 citação, restando apenas 22 *papers*, os mesmos foram analisados por meio do título, resumo e revisão do texto completo.

Os artigos foram ponderados com base na relevância para sanar a pesquisa, buscando elencar as alternativas de controle na gestão de riscos que estão sendo usadas no campo científico, após o refinamento, encontramos 5 artigos sem acesso, e após a leitura do resumo descartamos 6 artigos, que tratavam de outros assuntos não pertinentes a pesquisa central.

A segunda etapa, foi selecionar artigos para inclusão da revisão bibliográfica, afim de fornecer profundidade para escolha do que vem ser tendência, sobre as produções científicas, frente a vulnerabilidade a inundações urbanas, constatando as principais alternativas de controle na gestão de riscos. Abaixo no quadro 1, apresentamos como fizemos o terceiro levantamento do referencial teórico bibliográfico, utilizamos por base os 10 Autores mais citados que apareceram na classificação realizada através do *software Vosviewer*.

Quadro 1 Tabela dos principais autores mais citados.

Ranking	Autor	Nº Citações
1	OUMA Y.O.	205
2	TATEISHI R.	205
3	XU S.	98
4	YIN Z.	98
5	AKGUN A.	93
6	KINCAL C.	93
7	PRADHAN B.	93
8	WEN J.	56
9	KANDILIOTI G.	55
10	MAKROPOULOS C.	55

Da listagem inicial dos autores, tivemos acesso somente aos documentos referente aos autores no *Ranking do Vosviewer* 1, 4, 5 e 9. Seguindo-se a ordem dos 10 primeiros autores mais citados do *Vosviewer*, encontrou-se uma divergência com a ordem dos documentos

Após esse levantamento, o resultado que os artigos publicados nos trouxeram a constatação de que realmente está havendo crescimento do uso da Geotecnologias tem sido exposto ao âmbito da identificação de áreas vulneráveis a riscos, seja para avaliar regiões rurais, urbanas, solo, vegetação ou como no caso em específico as inundações. As pesquisas científicas mostram os mapas como peças fundamentais para o processamento de dados consistentes servindo de base para medidas de controle e tomadas de decisões para as políticas públicas.

Relacionamos duas alternativas que relatam o controle na gestão de risco a inundação urbana. KANDILIOTI G. et al. (2012) trazem um contexto sobre o risco de inundação, associando a probabilidade de um evento, considerando a ocorrência e suas consequências, abordando uma metodologia proposto pelo UK Institution of Civil Engineers, onde: Fonte-Caminho-Receptor-Consequência (Source-Pathway-Receptor-Consequence –SPRC), na intenção de integrar esses mecanismos, afim de estruturar as causas dos futuros riscos de inundações. Onde a Fonte está vinculada por exemplo a chuvas intensas, o Caminho seriam as vias de acesso da inundação e Receptor quem recebe, como por exemplo população, esses 3 eventos estão vinculados a Ocorrências e a Consequência que seria um fator negativo, está relacionado aos danos pessoais (vida) ou materiais.

KANDILIOTI G. et al. (2012), relatam que deve ser considerado no mapeamento de risco as questões sociais, econômicas, culturais e ambientais das consequências, sendo uma determinação do plano de inundações da União Europeia. Já os autores Ouma Y. et al. (2014) mencionam sobre mapear as áreas de risco, trazendo um auxílio na identificação das áreas que são mais vulneráveis as inundações, estimando quantitativamente o número de pessoas que poderão ser afetadas por inundações em uma determinada área.

Os levantamentos realizados ao redor do assunto refletem a necessidade de gerenciar melhor os riscos com base nas inundações urbanas, evidenciado o posicionamento dos autores sobre a problemática em questão, que tem afetado a sociedade, tornando o assunto abrangente e se destacando como uma pesquisa interdisciplinar (JUSTIN PAUL et al., 2020).

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudar os artigos científicos por meio do método bibliométrico, proporcionou uma análise mais robusta ao tema da pesquisa. A metodologia bibliométrica proporciona uma confirmação quantitativa dos dados em relação aos periódicos, autores e aos *papers*. A revisão de literatura se torna mais eficiente, pois através da classificação dos documentos, consegue-se alinhar os *papers* mais citados, auxiliando na busca de informações relevantes para atender o foco da pesquisa.

A pesquisa nos mostrou que os autores têm avaliado os riscos de inundação usando modelos de análises de uso da terra com o auxílio do GIS, apesar do desenvolvimento de vários modelos para quantificar os riscos das áreas urbanas, notamos que as pesquisas são sempre compostas de mais de uma metodologia, quase em sua totalidade as pesquisas mais relevantes, aplicaram o método de abordagem multicritério, que tem por base o uso de dados disponibilizados no GIS.

Contudo ficou evidente que a maioria das pesquisas encontradas com base no risco a inundação, estão fazendo uso da metodologia da análise hierárquica de multicritério, tendo por objetivo de produzir conclusões adaptadas a preferências dos pesquisadores, ou seja, pode-se tornar uma pesquisa tendenciosa, já que alguns dados são subjetivos. Sendo importante salientar que o uso dessa metodologia tem tido grande influência no uso do GIS, já que algumas informações que são relevantes para o processamento de dados, não são encontradas nos históricos dos documentos das cidades, como por exemplo informações do sistema da rede de micro ou macrodrenagem.

Entretanto constatamos a importância do uso desses indicadores, que servem como forma de catalogar as tendências na comunidade científica, notou-se ainda há poucos estudos que abordam o uso de métodos bibliométricos voltados para inundações urbanas necessitando uma valorização nesse tipo pesquisas.

3 CARTA DE RISCO A INUNDAÇÕES NA ÁREA URBANA, ESTUDO DE CASO: MICROBACIA DO CÓRREGO SEGREDO EM CAMPO GRANDE - MS

O Brasil é conhecido por ser um país em desenvolvimento e está mais suscetível aos impactos naturais, devido à falta de controle e má gestão na ocupação do uso da terra, ocasionando desastres naturais como inundações nas áreas urbanas. Esse artigo objetiva-se em detectar a área com maior risco a inundação na Microbacia do Segredo em Campo Grande- MS. A metodologia empregada para a realização desta pesquisa se deu pelo uso do Sistema de Informações Geográficas de acesso livre, sendo possível obter medidas de áreas, distâncias, feições de lotes e ainda detectar as vulnerabilidades de cada espaço, o uso do *software* QGis 3.16.6 Hannover juntamente com o complemento SCP - *Semi Automatic Classification Plugin*, fundamentou-se em ser um programa que suporta inúmeros formatos de dados geográficos. O produto finalizado se deu através da elaboração da carta de risco à inundação urbana referente a Microbacia do Segredo em Campo Grande - MS, contendo 14,9% da área da Microbacia, na zona de alto risco de inundação, a mesma é formada por 4 (quatro) bairros, e estes estão localizados em uma zona de alta densidade populacional. Decorrendo assim a minimização da prática de infiltração, acarretando baixa permeabilidade dos solos, diminuindo assim áreas de contribuição pluviométrica. Refletindo enormes problemas urbanos, enfatizando ineficiência nos planos diretores, que não tem priorizado estudos com base no uso e ocupação do solo.

Palavra-chave: Sensoriamento Remoto, Inundação Urbana, Vulnerabilidade.

3.1 INTRODUÇÃO

Países que estão em crescimento tendem a ser mais vulneráveis aos impactos naturais, e o Brasil é conhecido por ser um país em desenvolvimento, estando assim mais suscetível a essas implicações. Na visão de Tucci (2008) no Brasil há uma falta de controle e restrição à ocupação nas áreas de risco a inundações, existindo uma limitação em relação a gestão integrada do solo urbano em função da infraestrutura.

De acordo com Ouma Y. et al. (2014) o processo de escoamento da chuva, é altamente complexo, por ser temporal e não linear, e espacialmente vem sofrendo influências dos desníveis do terreno e mudanças climáticas. A vulnerabilidade física da população nos centros urbanos está aumentando devido a densa concentração na infraestrutura, como as inundações de águas superficiais, afetando principalmente os recursos hídricos, como: abastecimento de

água, transporte e tratamento de esgotos e do sistema de redes pluviais. Segundo Tucci 1997, existem fatores que devem ser considerados em um Município, quando o mesmo sofre aumento dos limites urbanos, como o planejamento das redes de esgoto e de águas pluviais, ocupações nas áreas de risco sendo gerenciados através dos Planos Diretores que visam controlar a implantação de obras no ambiente urbano.

De acordo com Botelho 2017, os sistemas de drenagem são dispositivos que servem para prevenir as enchentes, inundações e alagamentos. Um meio de se evitar tais desastres naturais é realizar um planejamento do sistema de drenagem urbana, pois existem alguns fatores que interferem no seu funcionamento, como projetos, obras, legislações, limitações financeiras e a gestão ineficiente desses sistemas.

Em muitos países, são realizados mapas de risco de inundações, que são regulamentados através de leis, como planos diretores de drenagem, com a finalidade de obter um controle efetivo para solucionar tais problemas. Na região da União Europeia houve um plano de ação em 2007, exigindo-se que os estados criassem mapas de risco de inundação, para potencializar os efeitos sobre os impactos gerados, quantificando-os e comparando-os. Obtendo assim, o gerenciamento dos riscos avaliados, com a intenção de auxiliar em tomadas de decisões que impactem em medidas com o melhor custo-benefício no sistema de controle ou redução dos riscos de inundação. (MERZ e col. 2010).

Diante dessa problemática relacionada a inundações urbanas, esse artigo objetiva-se em detectar os locais com maior risco a inundação na microbacia do Segredo em Campo Grande- MS e realizar um mapeamento temporal com base no uso e ocupação do solo, a fim de identificar as áreas permeáveis e impermeáveis nos últimos 10 anos na área de estudo. A metodologia empregada para a realização da pesquisa fará uso do Sistema de Informações Geográficas de acesso livre. Conforme Ouma Y. et al. (2014) a principal vantagem da implementação do uso das geotecnologias, é o fornecimento de dados que trazem uma análise mais profunda sobre os eventos, do que só a geração de imagens referente a enchentes.

3.1.1 PROBLEMA DE INUNDAÇÃO

Segundo Botelho (2017, p. 20), “[...]todo curso de água tem enchente. Quando inunda é porque a urbanização falhou [...]”, existe uma diferença entre enchente, inundação e alagamentos. As inundações são conhecidas pelos extravasamentos das vazões dos rios, os rios urbanos durante as chuvas que possuem talvegues de baixa declividade procuram leitos

maiores, enquanto os talvegues de elevada declividade são considerados críticos pela rapidez com que ocorrem as cheias, conhecido como *Flash Floods* (inundações relâmpagos). Os alagamentos são acúmulos de águas momentâneas em regiões urbanas, ou seja, locais com deficiência no sistema de drenagem. (PHILIPPI e BARROS, 2014).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, juntamente com o Ministério das Cidades, realizou uma nova edição da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB em 2008, da qual aponta que dos 5.564 municípios brasileiros possuem algum serviço de manejo de águas pluviais. Considerou-se manejo de águas pluviais os municípios que tiveram pelo menos um distrito, ou parte dele, ao menos uma rede de drenagem existente, independentemente da extensão dessa rede. Foram investigadas informações sobre a situação do serviço de drenagem urbana no Município; sistema de drenagem urbana; sistema de drenagem especial; ocorrências de inundações e/ou alagamentos; os problemas de erosão; e pessoal ocupado. Demonstrando que esse é um assunto muito recente no País, somente 11,9% possuem algum dispositivo de contenção de águas pluviais.

Em todas as regiões, são baixos os percentuais dos Municípios que tratam do assunto, com taxas abaixo de 20%, destacando-se do conjunto a Região Centro-Oeste, com 23,6%, o levantamento do PNSB 2008, aponta que apenas 12,7% dos Municípios declararam possuir dispositivos coletivos de detenção e amortecimento de vazão das águas pluviais urbanas. Os pontos de lançamentos e extensão das redes de drenagem, são fatores essenciais para que não haja um agrava de inundações, alagamentos e erosões nos municípios (IBGE, 2008).

Segundo o IBGE (2011), dados desses estudos sob a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, estima-se que 74,8% dos municípios com até 20 mil habitantes possuem rede de drenagem, todavia apontam que à medida que cresce a população urbana a proporção diminui e se tornam menos eficientes, principalmente porque as diretrizes dos planos diretores não têm priorizado as características diferentes entre os municípios, tais como: climáticas, geográficas, geológicas, topográficas, recursos hídricos e financeiros.

A rede de drenagem pode ser classificada de duas maneiras dissemelhantes, estas devem ser planejadas de tal forma que haja a interdependência entre os outros sistemas urbanos. Pode-se classificá-las como um sistema de drenagem inicial ou microdrenagem, estes por sua vez, são utilizados nas áreas urbanas, composto por pavimentos de ruas, bocas de lobo, sarjetas e galerias de águas pluviais, esse sistema é dimensionado para realizar o

escoamento das águas pluviais, no período de retorno entre 2 a 10 anos, (DAEE, 1980) e o sistema de macrodrenagem que faz parte da infraestrutura urbana, é composto por canais de maiores dimensões e devem ser calculados para suportar as cheias em um período de retorno até 100 anos.

Canholi 2005, afirma que é possível estabelecer um zoneamento e a regulamentação para construções de medidas preventivas e corretivas para solucionar tais problemas. Tais medidas podem ser classificadas de duas formas: estruturais e não estruturais, mas para que essas medidas sejam tomadas se faz necessário um estudo sobre as áreas vulneráveis a inundação.

A aplicabilidade do SIG se torna muito versátil e amplo em diversos ramos de atuações profissionais, bem como na agricultura, saúde e engenharia, se tornando multidisciplinar. É possível obter medidas de áreas, distâncias, feições de lotes e ainda detectar as vulnerabilidades de cada espaço. Essa profunda revolução que provocaram as novas tecnologias de sensoriamento remoto afetou decisivamente a evolução da análise espacial (ROSA, 2011). A pesquisa utilizará por base metodológica as informações de dados georreferenciados, com aplicações de *softwares* de uso livre, devido ao fator financeiro de algumas regiões possuírem condições limitadas para implementação de todo o processo, afim de manter atualizados os dados.

Mendes Y. et al. (2020), afirmam que a realização do mapeamento das áreas de risco à inundação se faz necessário para auxílio no planejamento do uso e ocupação do solo, fornecendo base para o desenvolvimento de planos de gestão de risco as áreas vulneráveis, por meio da metodologia de Álgebra de Mapas (CRI), figura 9, este conceito gera como produto uma carta de risco à inundação.

Figura 9 Equação para elaboração da Carta da área de risco a inundação, para bacia hidrográfica

$$CRI = Po . AU . MC . \left(\frac{So + De + UO}{3} \right)$$

CRI	=	Carta de risco à inundação;
Po	=	Carta de pontes;
AU	=	Carta de áreas úmidas
MC	=	Carta de mata ciliar
So	=	Carta de solo
De	=	Carta de declividade
UO	=	Carta de uso e ocupação do solo

Fonte: Adaptado de Mendes Y. et al. (2020)

Para a elaboração da carta da área de risco à inundação, se faz necessário cruzar informações de cartas temáticas que são estabelecidas com base na área de estudo. Conforme o autor Mendes Y. et al. (2020), essas cartas originam-se de duas variáveis: limitantes e não limitantes, sendo cartas limitantes as que provem das ocorrências de inundações, sendo atribuídos valores entre, 0 para alto risco de inundação e 1 para baixo risco, considerando as cartas referentes a pontes, áreas úmidas e matas ciliares. As cartas não limitantes são referentes as áreas que podem sofrer intercorrência a inundações, como as cartas de: solos, declividade, uso e ocupação do solo, ambas recebem 3 classificações de peso, sendo 0 para alto risco, 1 para médio risco e 2 para áreas com baixo risco à inundação.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

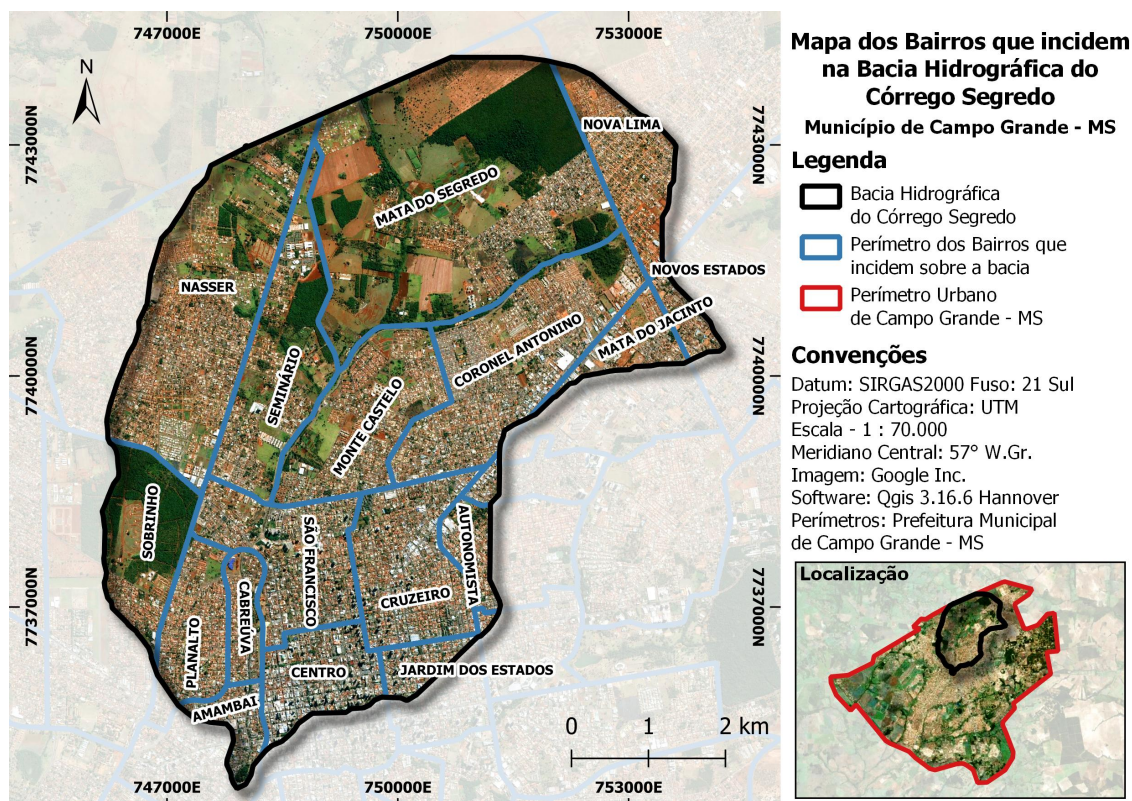
Após o levantamento das referências bibliográficas, a pesquisa seguiu-se com os procedimentos metodológicos fazendo uso de geotecnologias para a realização dos dados empíricos para a pesquisa, e recorreu a análises de informações criteriosa as leis e normas, como o conjunto de mapas, cartas, que envolvem a área de estudo.

3.2.1 ÁREA DE ESTUDO

A Microbacia do Córrego Segredo está localizada na zona urbana do município de Campo Grande - MS, possui a dimensão aproximada de 4.500,00 hectares, com altitude variando de 520 m a 690 m. Está localizada na unidade geológica da Bacia Sedimentar do Paraná e encontra-se inserida na sub-bacia hidrográfica do Rio Pardo (BRASIL 2019).

A Região próxima à Nascente do Córrego Segredo, apresenta uma estrutura urbana marcada por uso tradicionalmente rural, já no trecho de sua nascente por volta de 12 km, até o início da Avenida Presidente Ernesto Geisel (Avenida Norte-Sul) sua calha apresenta pouca ação antrópica direta. A partir do ponto em que o córrego deságua na Avenida Ernesto Geisel, seu leito torna-se canalizado. A Bacia Hidrográfica do Segredo é um dos afluentes do Rio Anhanduí, possui 46,22 km² de área e está localizada na região norte da cidade, parte da Micro Bacia do Segredo encontra-se nas imediações do centro, mapa 3 (BRASIL 2015).

Mapa 3 Bacia Hidrográfica do Segredo em Campo Grande – MS



De acordo com a Lei Complementar n.74, de 6 de setembro de 2005, que dispõe sobre o ordenamento do uso e da ocupação do solo no município de Campo Grande, a Região Urbana Segredo fica assim dividida em sete bairros, Coronel Antonino, José Abrão, Mata do Segredo, Monte Castelo, Nasser, Nova Lima e Seminário, constituindo por uma população total de 108.962 mil habitantes, sendo 9,74 % da região destinada a rede de esgoto e águas pluviais (FERREIRA 2018).

O clima local situa-se na faixa de transição entre o clima mesotérmico úmido e o tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno, o banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2009) evidencia uma média de precipitações de 1455,3 mm por ano, totalizando 99 dias com chuvas, um “dia de chuva” segue o padrão de precipitação de até 1 mm/dia ou mais.

A Defesa Civil (2019), registrou que houve um aumento da intensidade das chuvas esperadas no período de 01 a 26 de fevereiro de 2019 as chuvas acumuladas atingiram 239,2 mm, ultrapassando o esperado para o mês de fevereiro e sendo superior ao ano de 2018 que foi de 198,4 mm, no mesmo período.

Os níveis de chuvas atípicas têm aumentado em Campo Grande, no ano de 2015 teve um total do mês de novembro de 150 mm de incidência pluviométrica, representando 73% em relação ao histórico do mesmo período em anos anteriores, conforme dados do Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul (CEMTEC, 2015).

Esses levantamentos revelam os períodos pluviométricos têm aumentado ano após ano, e denota o crescimento urbanizado, ambos tem influenciado no meio ambiente acarretando desastres urbanos. Alagamentos pluviais tem sido uma problematização que tem mobilizado a atenção dos responsáveis pela administração pública, conforme relato do atual prefeito da cidade Marcos Marcello Trad., “Os alagamentos nos períodos de chuva são resultados da falta de planejamento nas últimas décadas gerando esse grave problema ambiental”, sendo assim há uma necessidade de se planejar, gerenciar e fiscalizar os projetos de desenvolvimento urbano.

3.2.2 MATERIAIS

Na realização do presente trabalho, foram utilizados os seguintes materiais como segue: Carta topográfica oficial do Geoportal do Exército Brasileiro (BDGEx) (<https://bdgex.eb.mil.br/>) na escala 1:100.000, o BDGEx funciona como uma única base de informações para o Exército Brasileiro na infraestrutura nacional de dados espaciais, sendo parte integrante da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG, 2021).

As imagens analisadas foram obtidas pelo catálogo da série histórica disponível no SIG Google Earth Pro (<https://satellite-map.gosur.com/>), bem como, foram utilizadas imagens do satélite CBERS 04A sensor WPM, cujas imagens são distribuídas sem custos pelo [banco de imagens do satélite, com acesso gratuito](#) com as bandas azul, verde, vermelho e vermelho próximo, possuem resolução espacial de 8 metros, enquanto que a banda pancromática possui resolução de 2 metros, para o georreferenciamento das imagens obtidas, foram utilizadas Ortofotos pois permite ver exatamente o objeto datado de 2013, através do portal Sistema Municipal de Indicadores Georreferenciados para o planejamento e a gestão de Campo Grande – MS, SISGRAN (<http://www.campogrande.ms.gov.br/sisgran/>). Os dados

geográficos foram projetados no sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator), foram reprojetadas para o sistema de referência oficial brasileiro Datum - SIRGAS2000, fuso 21 Sul, conforme estabelece a Resolução do Presidente do IBGE nº 1/2005.

Os dados altimétricos da bacia hidrográfica do Segredo, foram obtidos pelo portal TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), constituindo um acervo histórico único sobre o território brasileiro. A Divisão de Geração de Imagens (DIDGI) <http://www.dgi.inpe.br/> faz parte da Coordenação-Geral de Observação da Terra (CGOBT), concentram-se na recepção, gravação, processamento, armazenamento e distribuição de imagens e dados de satélites de sensoriamento remoto, meteorológicos e científicos.

A escolha do software para o pré-processamento das imagens se deu através do *software* de uso livre e código aberto segundo a Licença Pública Geral GNU, QGIS 3.16.6 Hannover por meio do complemento SCP - *Semi Automatic Classification Plugin*, sua escolha está fundamentada em ser um programa que suporta inúmeros formatos de dados geográficos, tanto no formato vetorial como matricial e possui uma grande variedade de funções, como gerenciar, editar e analisar dados, permitindo a formação de diversos mapas, além de ser amplamente consumido por grande parte da comunidade científica (PARANHOS FILHO *et al.*, 2021).

3.2.3 METODOLOGIA

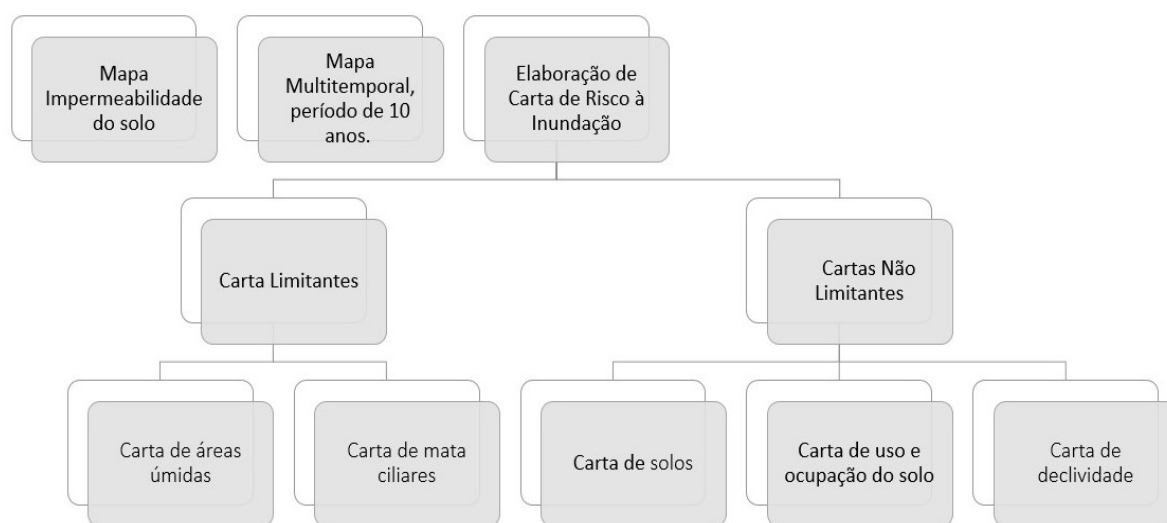
Para monitoramento da ação antrópica em relação a identificação dos diferentes usos e ocupação do solo, buscou-se dados como modelo digital do terreno por meio do sistema de informação geográfica Google Earth Pro (GEP) de acesso livre, relativos aos anos de imagens obtidas para os anos de 2009, 2013, 2015, 2017 e 2019, obtendo as informações sobre as áreas ocupadas ao longo do período de dez anos na bacia hidrográfica do Segredo em escala 1:100.000.

Foram utilizadas ferramentas de classificação supervisionada e a partir do complemento *Semi Automatic Classification Plugin*, geradas amostras de assinaturas digitais chamada ROI, que faz parte da ferramenta do QGIS, realiza a classificação supervisionada e

semi-supervisionada para cada categoria do uso e ocupação do solo (Gustavo 2019). Na identificação dos padrões de ocupação procurou-se manter os critérios para todos os sensores foto interpretados na seleção das amostras de treinamento do algoritmo. Para tanto, buscou-se a identificação de padrões urbanos de ocupação e seus respectivos graus de adensamento para determinação das manchas de impermeabilização do solo. A partir destes critérios estabeleceram-se duas classes de predominância de permeabilidade e impermeabilidade do solo.

A partir destes critérios estabeleceram-se duas classes de predominância de permeabilidade e impermeabilidade do solo. Para descrever a metodologia abordada na pesquisa, elaboramos um organograma, figura 8, que representa visualmente a estrutura aplicada para se alcançar este objetivo central.

Figura 8 Organograma dos procedimentos de cruzamento de informações para análise da vulnerabilidade à inundação



A caracterização das áreas úmidas da bacia foi determinada por meio do índice de água por diferença normalizada NDWI (*Normalized Difference Water Index*), podendo obter valores que correspondam ao grau de umidade superficial dos alvos observados, realizando um cálculo normalizado entre as bandas do espectro infravermelho e infravermelho próximo.

O resultado é obtido a partir do cálculo de Bandas no menu Raster da biblioteca GDAL do Software Qgis 3.16 Hannover (Os GEO, 2021), através da operação composta pela seguinte fórmula:

$$NDWI = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$$

Onde:

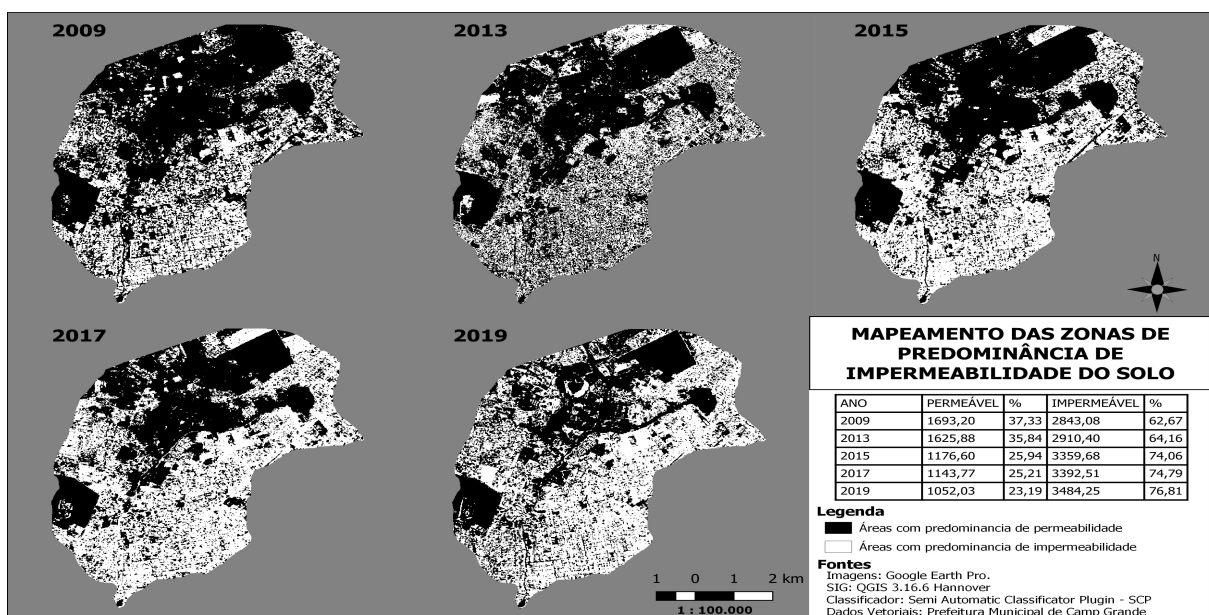
NIR – representa a faixa do infravermelho próximo com comprimentos de onda na faixa de 0,841 – 0,876 nm;

SWIR – representa parte da faixa com comprimentos de onda na faixa de 1.628 - 1.652 nm.

3.3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Elaborou-se um arquivo vetorial com a representação de cada ano, e os resultados do mapeamento das classes de ocupação urbana podem ser visualizados no mapa 4.

Mapa 4 Mapeamento distribuição espacial e temporal da bacia hidrográfica do Segredo.



Para a classe de predominância de permeabilidade, foram consideradas as topologias de vegetação, campos, pastos, solos expostos, terrenos baldios, áreas edificadas e cobertura asfáltica, sendo possível observar que esse processo de urbanização gera impactos significativos sobre o ambiente ocupado. A região apresentava áreas maiores de vegetação nos anos de 2009 e 2013, já nos anos subsequentes em 2015 e 2017 houve um aumento de solos expostos, é possível verificar essa diferença quantitativamente no quadro 3, apresentando a área e a porcentagem referente as classes de predominância encontrados na bacia hidrográfica no lapso temporal analisado.

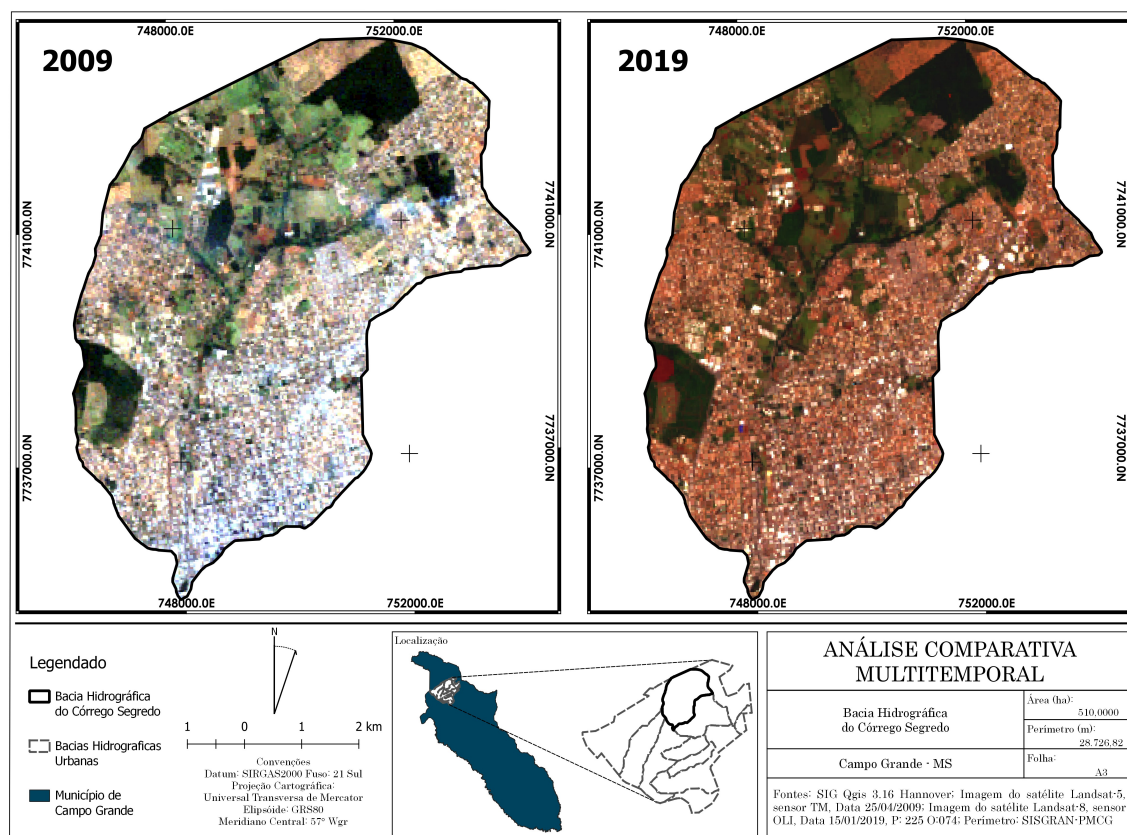
Quadro 3 Índice de permeabilidade no período de dez anos, para a bacia do Segredo

ANO	ÁREA PERMEÁVEL	%	ÁREA IMPERMEÁVEL	%
2009	1693,2	37,33	2843,08	62,67
2013	1625,88	35,84	2910,4	64,16
2015	1176,6	25,94	3359,68	74,06
2017	1143,77	25,21	3392,51	74,79
2019	1052,03	23,19	3484,25	76,81

Os dados levantados, diante dessa análise multitemporal baseia-se na zona de predominância de impermeabilidade do solo, refletindo a prática da ocupação as margens da bacia hidrográfica através dos anos. As composições desses ambientes mostram a impermeabilização das superfícies do terreno para a bacia hidrográfica do Segredo e revela o avanço de áreas e adensamento urbano no período de dez anos, conforme as imagens coletadas pelo satélite Landsat-5 e Landsat-8 no mapa 5.

Com o auxílio do *software* Qgis 3.16 Hannover, realizou-se a aquisição dos dados com diferentes perspectivas temporais e espaciais, após, processou-se as informações por meio de diagnóstico visual e medição compreensível, sobre a área pesquisada.

Mapa 5 Mapa comparativo no período de retorno de dez anos, bacia do Segredo.



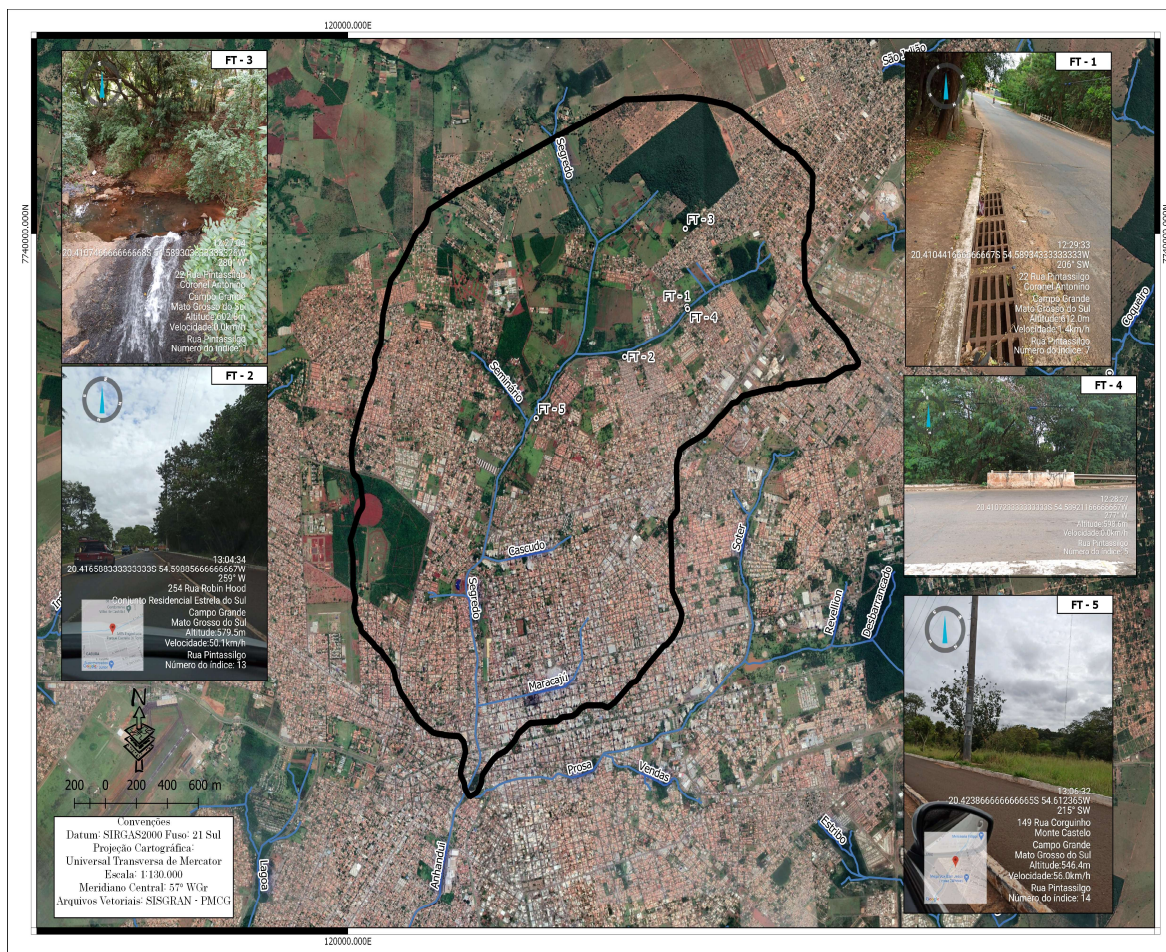
A análise comparativa multitemporal indica que houve uma expansão urbanizada bastante consolidada não somente nas áreas baixas, mas também nas regiões ribeirinhas aos córregos, existindo poucas áreas não ocupadas representadas principalmente por áreas verdes, sendo muitas delas parques e lotes vagos. A expansão urbana traz consigo o processo de impermeabilização do solo e modificações no comportamento hidrológico natural.

Conforme Tucci 2008, existem dois processos que envolvem as inundações, o primeiro nas áreas ribeirinhas conhecido como inundações naturais, relacionada a vazão do leito menor do rio sendo transportado para o leito maior, devido ao nível da precipitação e temporalidade, além da ocupação da população no entorno das bacias hidrográficas e tendem a ocorrer em bacias maiores que 100 km². Já as inundações relativas a urbanizações, estão vinculadas a falta de impermeabilização do solo e dos sistemas pertencentes aos condutores pluviais, afluindo entre bacias menores, entre 10 km² até 100 km², sendo oportuno realizar o estudo aprofundado da região, afim de analisar o comportamento da bacia.

A bacia hidrográfica do segredo é uma unidade de planejamento urbano e ambiental que foi delimitada pela prefeitura municipal de campo grande, sendo obtida através do portal

eletrônico do SISGRAN - Sistema Municipal de indicadores de Campo Grande – MS, foram realizadas visitas *in loco*, para coletar dados, verificando a questão ambiental e física, conforme mapa 6.

Mapa 6 Ponto de coleta de dados da área de estudo



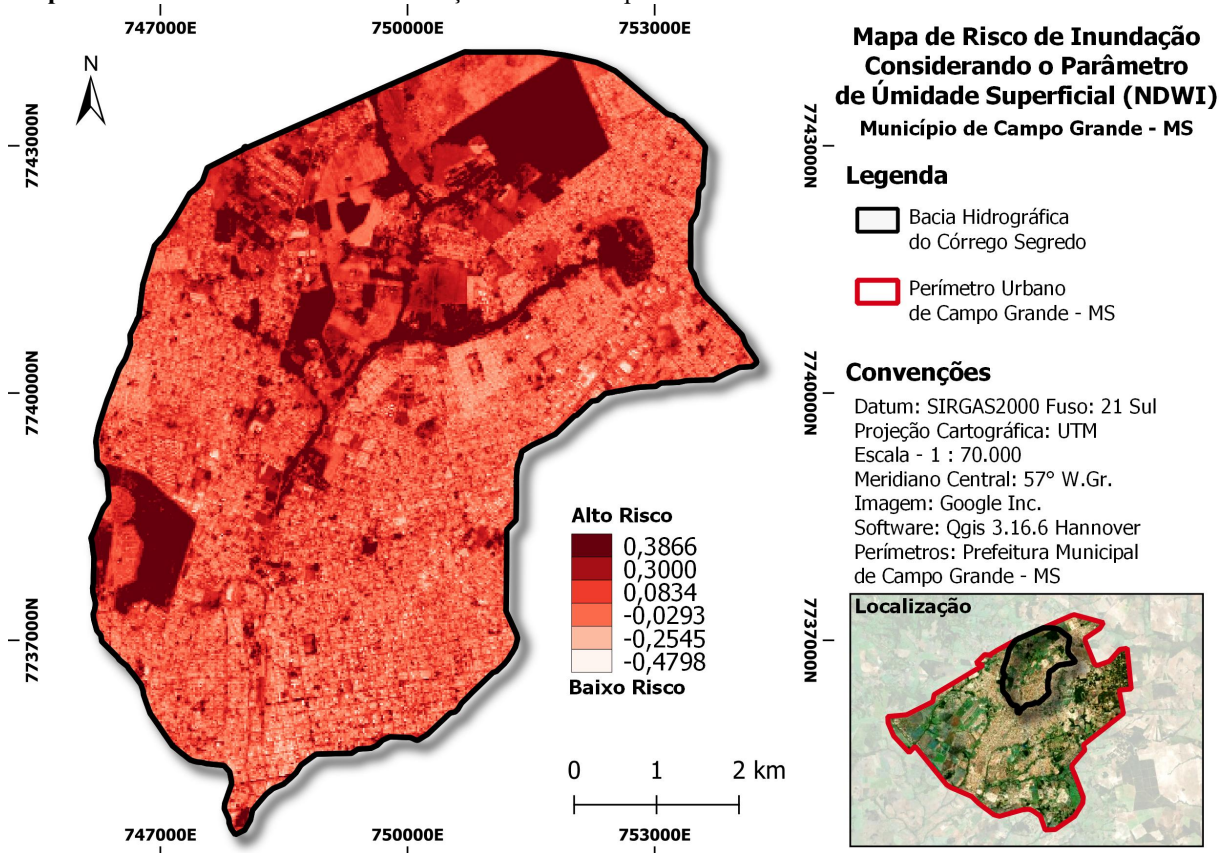
Com a visita *in loco*, foi diagnosticado por meio de registros fotográficos, a região é formada pelo o Córrego Segredo, que recebe as águas pluviais que são desaguadas pelo sistema de rede de microdrenagem como as bocas de lobo.

3.3.1 CARTA DAS ÁREAS ÚMIDAS (AU)

Ações antrópicas tem sido sim, grande influência nesse aumento das superfícies impermeáveis, dificultando a infiltração das águas de chuvas na região urbana, trazendo mudanças no comportamento da bacia do Segredo, favorecendo assim as inundações, para comprovarmos os locais com maiores riscos a inundações, fizemos uso da metodologia de Álgebra de Mapas, proposto por Mendes Y. et al. (2020), apresentando as cartas limitantes, no mapa 7 e 8.

O resultado do cruzamento das bandas espectrais, varia de -1 a +1. Onde -1 representa áreas desprovidas de umidade e +1 representa a superfície de lâminas d'água. Para a determinação das zonas de risco de inundação, fora estabelecida conforme proposto por Mendes Y. *et al.*, 2020, onde considera-se os valores de até 30% do limite máximo calculado como de alto risco, de modo que produto obtido é apresentado através desta carta de áreas úmidas abaixo.

Mapa 7 Carta das áreas de risco à inundação conforme o parâmetro das áreas úmidas.



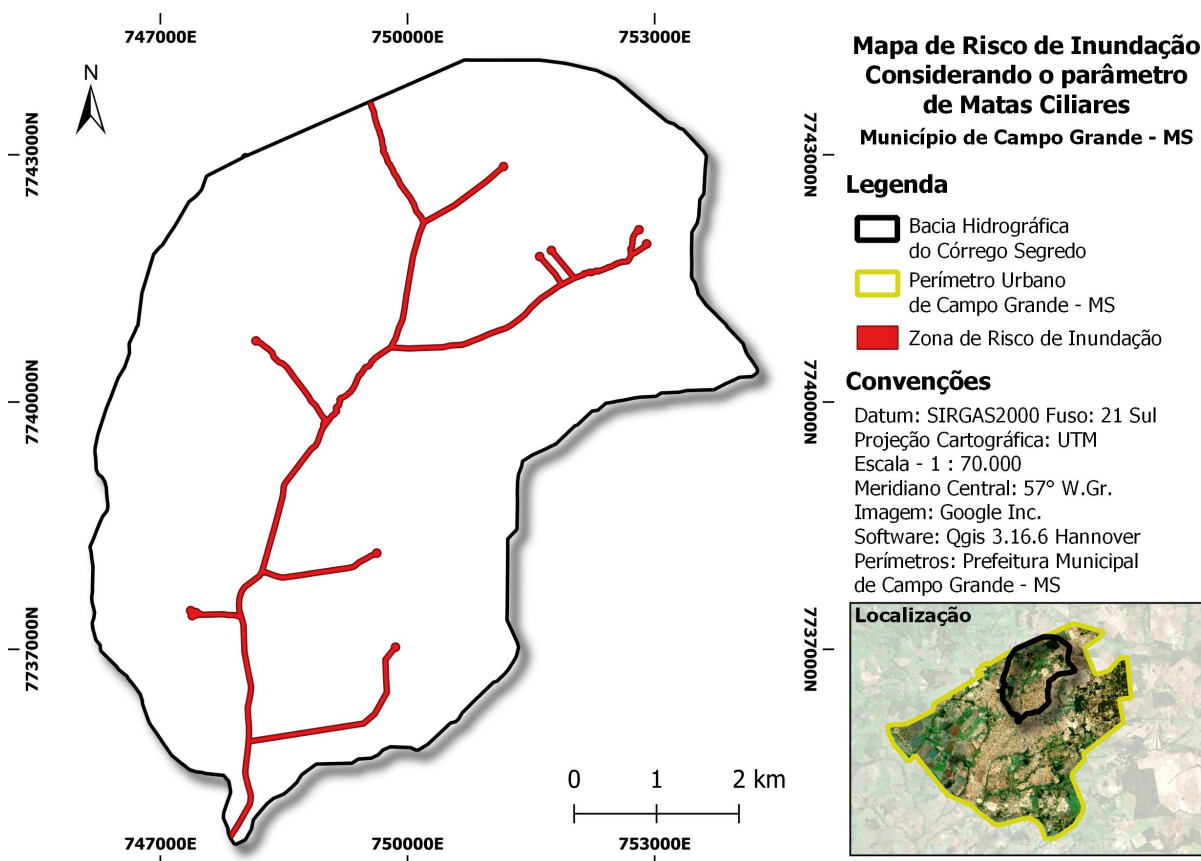
Valores de NDWI	Risco à inundação	Peso
-0,4798 a 0,0834	Baixo	1
0,0834 a 0,3866	Alto	0

Classificou-se os valores de NDWI em 2 grupos: alto e baixo risco à inundação, os valores negativos representam as áreas não úmidas, ou seja, áreas mais permeáveis, já as áreas menos permeáveis são a representação dos valores de alto risco à inundação.

3.3.2 CARTA DE MATAS CILIARES (MC)

Para as cartas de matas ciliares, foi considerado o que dispõe o parágrafo primeiro do Art. 4 da lei 12.651/12, sobre a delimitação de áreas de proteção permanente, de modo que foi calculada uma área de amortização de 30 metros a partir de cada margem do Córrego que incidem sobre a microbacia hidrográfica do Córrego Segredo, considerando tais áreas como de potencial risco de inundação. A área de influência das matas ciliares foi calculada a partir do menu Vetor da biblioteca GDAL do Software Qgis 3.16 Hannover, conforme demonstrado a seguir no mapa 8.

Mapa 8 Carta das áreas de risco à inundação conforme o parâmetro das matas ciliares



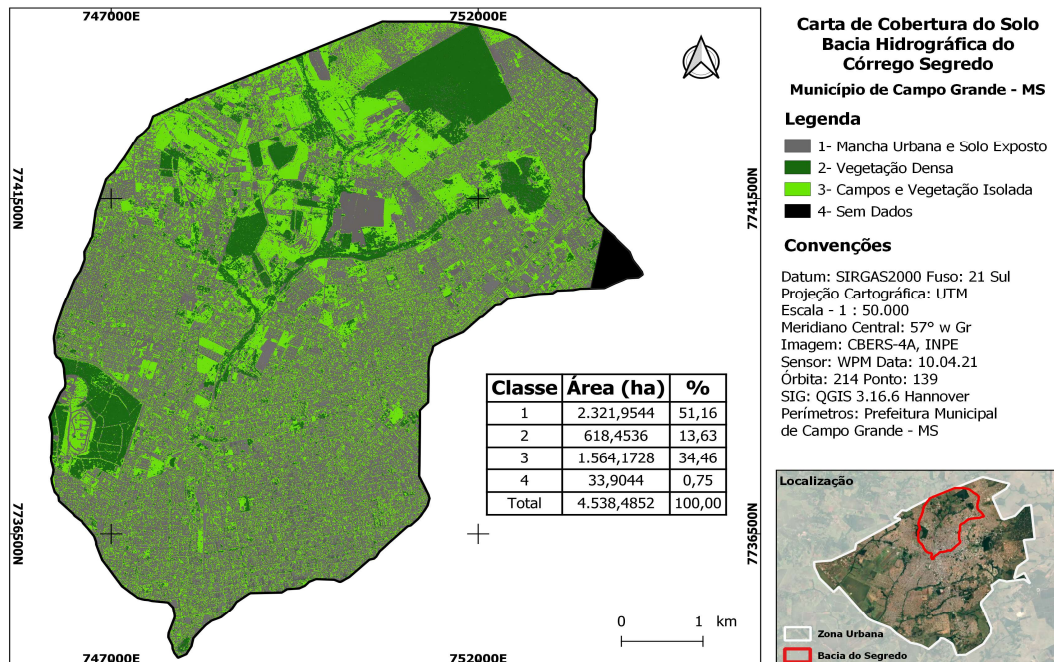
Deste modo, as áreas formadas pelas matas ciliares (em vermelho) são consideradas como zona de risco de inundação, e o restante das outras áreas foram consideradas com baixo risco a inundação, nesta carta não houve classificação por pesos.

3.3.3 CARTA DE SOLOS (So)

O uso da terra tem sofrido modificações humanas no ambiente natural pela construção de estradas ou edifícios, surgido um efeito na interceptação e velocidade de escoamento das águas superficiais (CANHOLI 2005).

A classificação da imagem de satélite significa atribuir níveis correspondentes em relação a grupos com características homogêneas, com o objetivo de discriminar vários objetos entre si dentro da imagem, a carta de solo mapa 9, foi baseado no mapa elaborado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia), na escala 1:50.000. Foram utilizadas ferramentas de classificação supervisionada e a partir do complemento *Semi Automatic Classification Plugin*, geradas amostras de assinaturas digitais chamada ROI, que faz parte da ferramenta do QGIS, realiza a classificação supervisionada e semi-supervisionada para cada categoria do uso e ocupação do solo. Esta carta ajuda a descrever a aparência da paisagem encontrada, geralmente classificada pela quantidade de vegetação (não foi considerado nesse estudo o tipo de vegetação).

Mapa 9 Carta de cobertura do solo bacia hidrográfica do Segredo



Para tanto, buscou-se a identificação e distinção dos padrões urbanos de ocupação, de modo que a partir destes critérios estabeleceram-se três classes, sendo considerado para **mancha urbana e solo exposto**: caracterizado por edificações, asfalto e áreas urbanas com solo exposto, principalmente, ruas que não receberam capeamento.

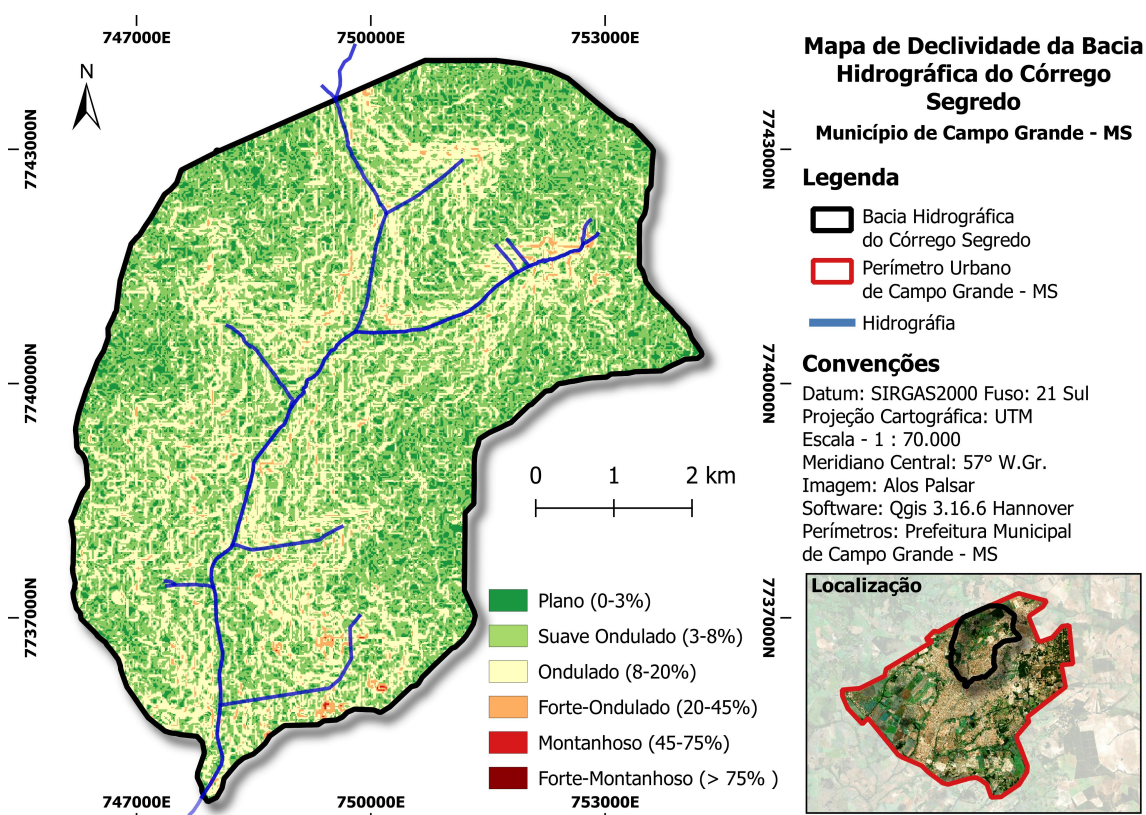
Para **vegetação densa**: caracterizado por áreas de remanescentes florestais robustos, compostas por matas urbanas, parques e áreas de proteção ambiental. Já, para **campos e vegetação isolada**: caracterizado por árvores isoladas presentes em canteiros e calçadas e campos gramados ou com vegetação rasteira.

A cobertura do solo tem grande influência no escoamento e infiltração dessas águas superficiais, através da carta é possível identificar 51,6% da área é ocupada pela mancha urbana e solo exposto, 13,63 % representam uma vegetação densa, enquanto 34,4% representam áreas de campo aberto e vegetação isolada.

3.3.4 CARTA DE DECLIVIDADE (DE)

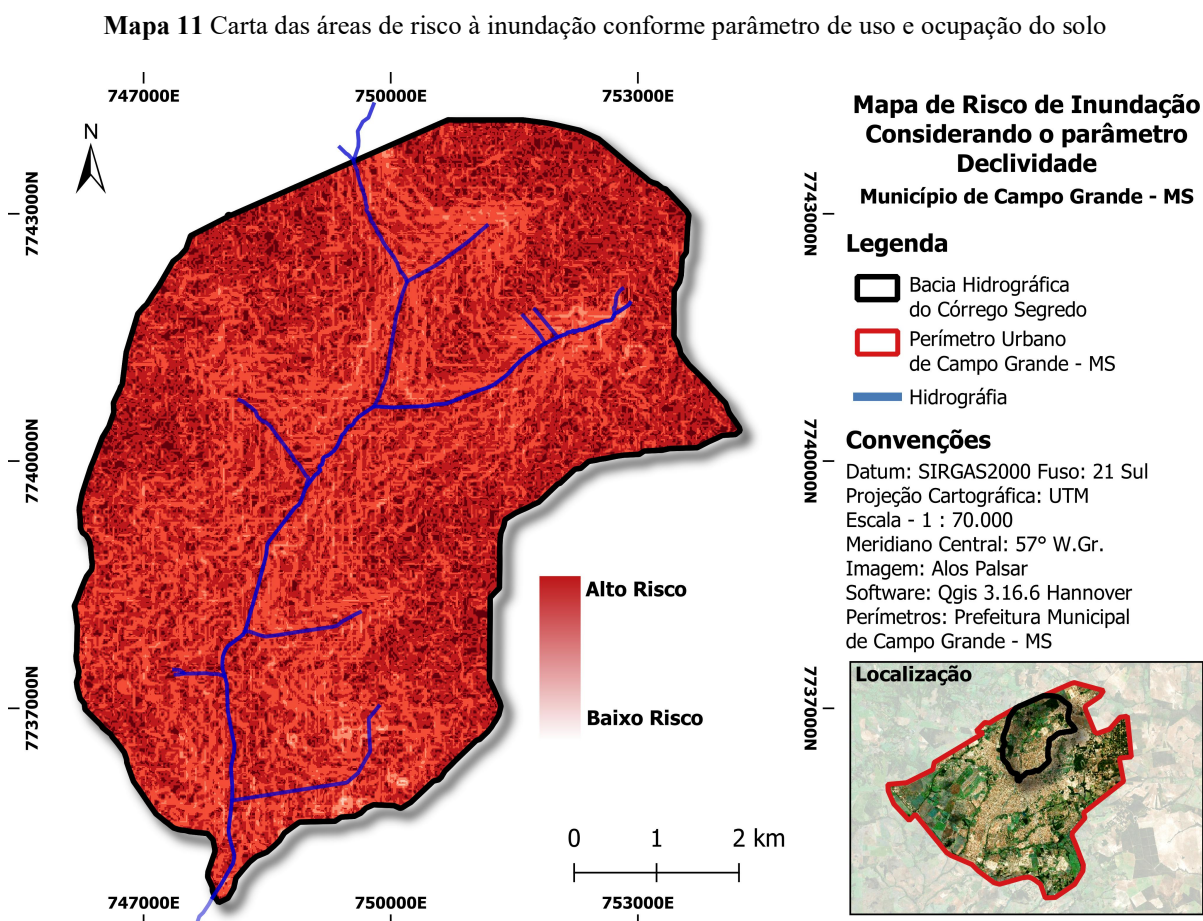
A declividade foi calculada a partir dos dados altimétricos obtidos pelo radar Alos Palsar, mapa 10, processado no menu Raster da biblioteca GDAL do Software Qgis 3.16 Hannover, com o parâmetro de expressão em porcentagem e classificado conforme pesquisa realizada pela Embrapa pelo algoritmo *r.reclass* da mesma biblioteca (EMBRAPA, 1979).

Mapa 10 Carta de risco a inundação considerando a declividade.



O parâmetro adotado pela EMBRAPA (1979), revelou a declividade entre 0 a 3% como plano e entre 3% a 8%, como suave ondulado, constando-se que a região da Microbacia do Segredo, obtêm essa característica.

A declividade da superfície do terreno é um dos elementos importantes a ser considerado nas cheias. Tucci 1997, afirma que quando é considerado a declividade na linha de água, podemos determinar os níveis das outras seções ao longo do eixo da bacia dentro da cidade. O perigo de enchentes aumenta à medida que a inclinação da superfície aumenta. Sendo considerada um indicador confiável para vulnerabilidade a inundações. E a última carta não limitante gerada foi a de uso e ocupação do solo mapa 11, foram utilizadas imagens do satélite Alos Palsar, com a escala 1:70.000.

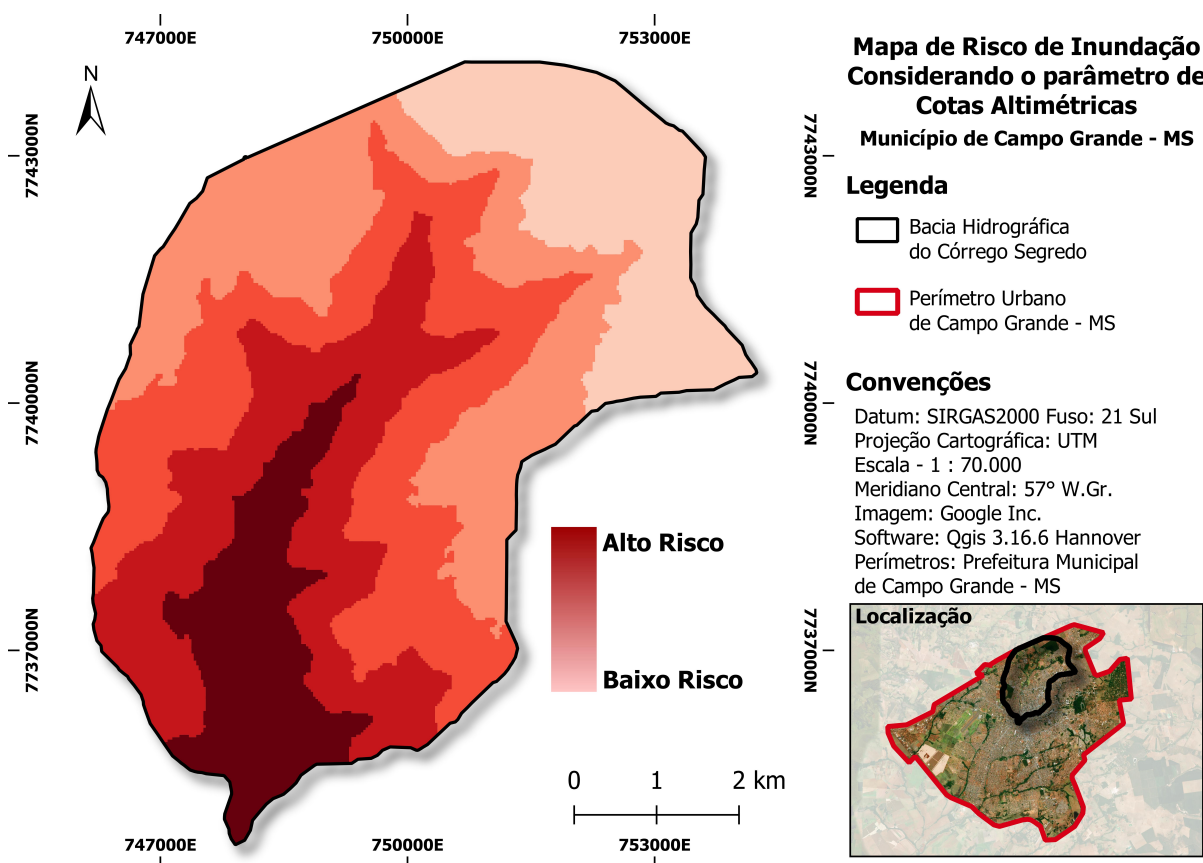


As topologias de uso e ocupação foram classificadas por meio do complemento SCP – (*Semi Automatic Classification Plugin*). Visto que, pela metodologia proposta por Mendes Y. et al. (2020), foi considerado com potencial risco de inundação a totalidade da mancha de adensamento urbano. No entanto, para a área objeto do presente estudo foi observado que tal métrica não condiz com a realidade. Sendo considerando a carta de cobertura de solos,

limitando-se a abrangência da área de risco, pelas cotas da carta topográfica e pelas áreas ciliares dos córregos.

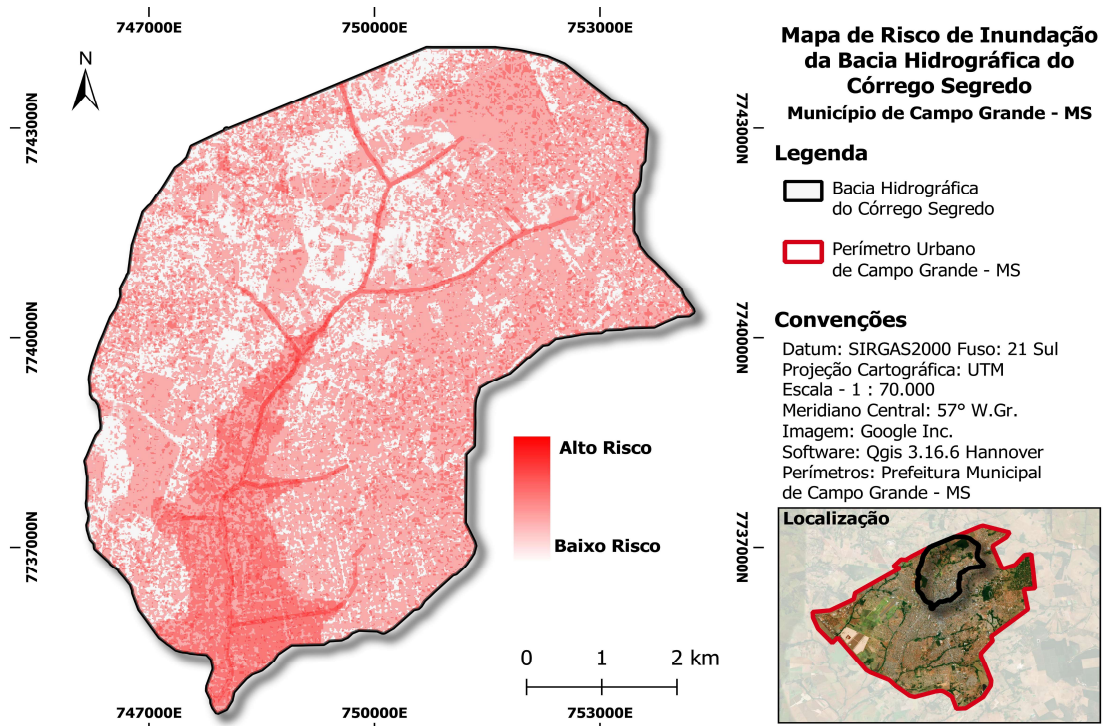
As características dos dados fornecidos por diferentes cartas temáticas, como as cartas limitantes e não limitantes, serviram como base para obtenção da carta de risco de inundação da bacia hidrográfica do Segredo, conforme o mapa 12. A mesma foi gerada a partir da sobreposição de informações das cartas de áreas úmidas, carta de matas ciliares, carta de declividade, carta de solos, carta de uso e ocupação, para o software QGIS 3.16.6 Hannover e foram postas em camadas, onde foi possível fazer o cruzamento dessas informações finais.

Mapa 12 Carta Risco de Inundação da Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo



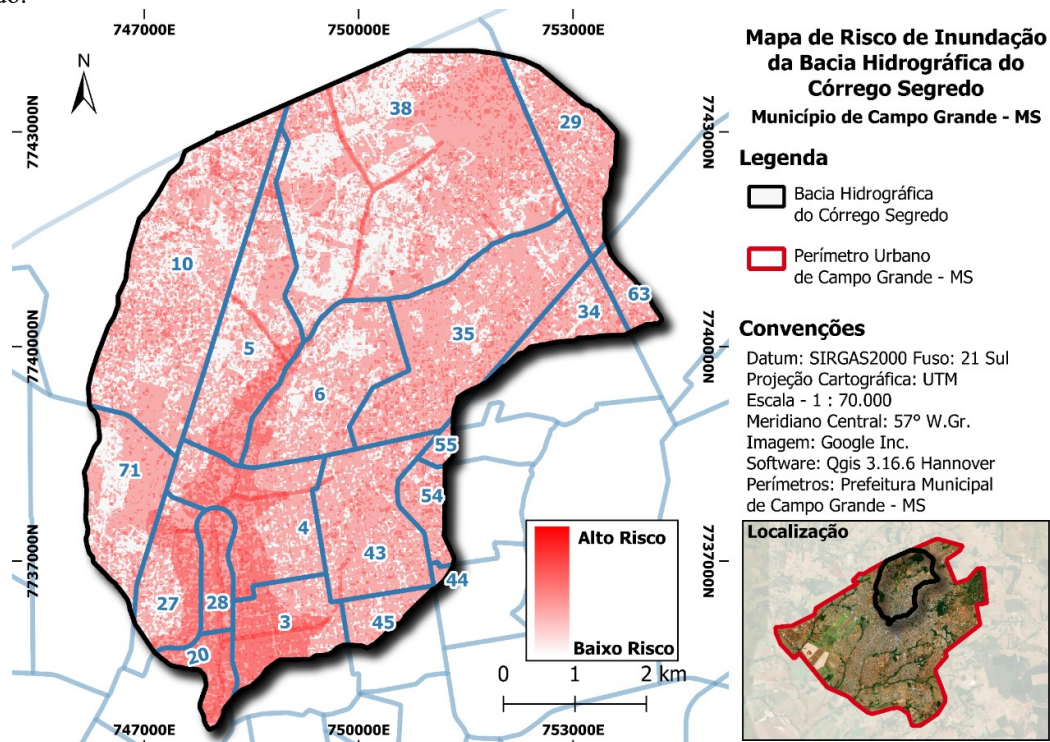
Segundo Botelho 2017, deve-se levar em consideração todos aspectos urbanos para a gerência de águas pluviais, além da topografia e a geologia da área, os tipos de urbanização das ruas a serem implantadas, a proteção aos pavimentos, eliminação de pontos baixos de acumulação de água e a proteção contra erosões. Buscamos através desta pesquisa salientar os pontos vulneráveis a inundação urbana na região da bacia hidrográfica do segredo, para comparar a carta de risco de inundação encontrada, fizemos uma sobreposição com o zoneamento, conforme o mapa 13.

Mapa 13 Carta da Área de Risco à Inundação na região da Microbacia do Segredo.



O mapa foi elaborado com a utilização das zonas de riscos dos demais estudos, estas foram normalizadas e sobrepostas, de modo que as áreas com ausência de valores foram computadas.

Mapa 14 Carta da Área de Risco à Inundação com delimitação dos bairros na região da bacia do Segredo.



Não houve incidência das classes de alto risco de inundação em nenhum dos estudos propostos, de modo que o grau de severidade do risco aumenta conforme a incidência de valores de alto risco dos estudos sobre a mesma localidade.

Portanto, é possível analisar que 14,9% da área da bacia, encontra-se na zona de alto risco de inundação, sendo formado por 5 bairros, e estes se localizam em uma zona de alta densidade populacional.

Quadro 4: Área situadas na região de alto risco a inundação, Microbacia do Segredo em Campo Grande – MS

BAIRROS	NOME DOS BAIRROS	REGIÃO	AREA_HA
3	CENTRO	CENTRO	291,45260000
4	SÃO FRANCISCO	CENTRO	274,21240000
5	SEMINÁRIO	SEGREDO	332,18870000
6	MONTE CASTELO	SEGREDO	304,18150000
10	NASSER	SEGREDO	948,61200000
54	AUTONOMISTA	PROSA	213,95680000
55	MARGARIDA	PROSA	97,89840000
63	NOVOS ESTADOS	PROSA	749,69780000
71	SOBRINHO	IMBIRUSSU	625,54900000
20	AMAMBAI	CENTRO	254,28680000
27	PLANALTO	CENTRO	175,56520000
28	CABREÚVA	CENTRO	75,82990000
29	NOVA LIMA	SEGREDO	1122,09500000
38	MATA DO SEGREDO	SEGREDO	1107,37400000
43	CRUZEIRO	CENTRO	282,26100000
44	SANTA FÉ	PROSA	149,65060000
45	JARDIM DOS ESTADOS	CENTRO	168,90350000
34	MATA DO JACINTO	PROSA	320,10490000
35	CORONEL ANTONINO	SEGREDO	469,29510000

Conforme Ferreira 2018, o censo demográfico populacional de 2010 apontava nos bairros Cabreúva, Centro, São Francisco, Amambai, um total de 40.538 pessoas, ou sejam, toda essa população está vulnerável a eventos futuros.

Nesse aspecto se faz necessário abordar estudos sobre medidas preventivas e corretivas nesta região da bacia hidrográfica do Segredo. As medidas propostas no plano de drenagem urbana (PDDU) ainda não contemplam essa região, o plano aborda que no ano 2015, se desenvolvia projetos de macrodrenagem nas bacias dos córregos Prosa, Sóter, Segredo e Anhanduí, estando executados 30% dos canais a céu aberto, alegando que as bacias hidrográficas são de pequeno porte e que não houve preocupações anteriores com a

estruturação de um serviço modelar de planejamento da microdrenagem urbana (BRASIL 2015).

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi possível avaliar a utilização dos *softwares* QGIS e GEP e como sua integração é simples e o quanto ambos são necessários para o mapeamento da pesquisa, tornando os dois softwares complementares.

A pesquisa apresentada neste artigo formula uma metodologia eficiente para delinear com precisão as áreas de risco de inundação na microbacia do Segredo. As inundações repentinas, são um perigo natural que representa um risco para as populações e estruturas nas áreas afetadas.

Existem vários fatores que afetam a quantidade de escoamento que ajudam a determinar a intensidade da inundação. Com a adaptação e aplicação da Álgebra de Mapas, foi possível gerar a cartas temáticas, levando em consideração as características físicas, como superfícies impermeáveis, a classificação matas ciliares, do solo e o acúmulo de água na superfície foram combinadas com as características demográficas para criar um índice composto dessas cartas temáticas de risco de inundação.

Essa pesquisa permitiu analisar geograficamente o uso e ocupação do solo de forma detalhada e precisa. A metodologia apresentada é útil na análise de pequenas áreas, mas os softwares apresentados também possuem ampla aplicação em estudos de grandes áreas, com vantagens de sua flexibilidade, facilidade de manuseio e ambos sem custo, possibilitando sua aplicação em áreas onde faltam informações detalhadas, como foi no processo dessa pesquisa, onde não tivemos dados suficientes sobre o sistema de macro e microdrenagem da região.

4 CONCLUSÃO FINAL

O estudo da cobertura da terra se faz necessário dentro de cada município, não só, por implicar dentro dos limites já ocupados, mas sim a preocupação com o crescimento em territórios circunvizinhos, alterando assim a questão das drenagens urbanas. Os mapas que são produzidos pelas pesquisas científicas têm grande relevância, pois são atualizados e sempre estão abrangendo novas geotecnologias, poderiam beneficiar a sociedade se o poder público, tivesse acesso a esses dados, pois os mesmos proporcionariam tomadas de decisões mais assertivas.

Existem vários paradigmas que envolvem a falta de dados, para elaboração do plano de drenagem urbana que deveriam ser levados em consideração como a região da Bacia Hidrográfica do Segredo precisa ser analisada em relação aos componentes, as causas e as soluções para os demais problemas encontrados, pois as respostas citadas pelos planos diretores de drenagem tem sido tomar medidas estruturais, sobrecarregando a absorção dos rios e córregos, decorrendo a minimização da prática de infiltração, acarretando baixa permeabilidade dos solos, diminuindo assim áreas de contribuição pluviométrica.

Esta situação é decorrente de um cenário urbano que foi constituído desde a formação das cidades brasileiras que possuem um viés ao modelo político instituído, ou seja, os estudos urbanos convergem para idênticas explicações, sendo as principais: o crescimento da população urbana, a educação precária que contribui para o perfil socioeconômico da população que não tem consciência que a impermeabilização elevada do solo reflete nos enormes problemas urbanos, planos diretores ineficientes que não priorizam o estudo do perfil do local.

Fazendo-se necessário a aplicação de medidas mitigadoras, não somente medidas estruturais para o sistema de drenagem urbana, mas também medidas não estruturais. Serviços como manutenção das redes de drenagem existentes ainda é um fator que tem grande relevância para solucionar tais inundações, outra forma, seria esclarecer para a população a importância em se cumprir as legislações sobre uso e ordenamento do solo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Lei Complementar nº74 de 6 de setembro de 2005. **Dispõe sobre o ordenamento do uso e da ocupação do solo no município de Campo Grande e dá outras providências.** Campo Grande - MS, 2005.

BRASIL, Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Brasília, DF: Presidência da República, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 06 maio 2019.

BRASIL, Lei nº11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Saneamento básico. Brasília, DF: Presidência da República, 1981.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm. Acesso em: 10 maio 2019.

BRASIL. Lei nº 341 de 4 de dezembro de 2018. - **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Campo Grande (PDDUA).** Campo Grande, 2019.

BRASIL. Decreto Municipal Nº. 12.680- **Plano Diretor de Drenagem Urbana de Campo Grande: Diagnóstico Ambiental Analítico das Bacias Hidrográficas: Relatório R5.** Campo Grande, 2015.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; colaboração especial Angelo S. Filardo Júnior. **Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades.**, São Paulo: Editora Blucher, 4ª Edição, 2017.

_____. PREFEITURA MUNICIPAL. **Plano de Ação da Drenagem Urbana em Campo Grande MS de 1960/2020.** Campo Grande, 2019. Disponível em: <http://www.campogrande.ms.gov.br/sisep/wp-content/uploads/sites/22/2019/05/Plano-de-Drenagem.pdf>

_____. PREFEITURA MUNICIPAL. **Carta de Drenagem de Campo Grande, MS:** Unidade de Planejamento Urbano. PLANURB, 1998.

_____. INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO (PLANURB). **Perfil Socioeconômico de Campo Grande 2016:** Mato Grosso do Sul. 23. ed. rev. Campo Grande, 2018.

_____. ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DE CAMPO. GRANDE ZEE-CG: 1a FASE. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/zeecampogrande/>>. Acesso em 07 de junho de 2019.

ACOSTA-COLL, M.; BALLESTER-Merelo, F.; MARTINEZ-Peiró, M.; DE LA HOZ-Franco. **Early Warning System Design for Pluvial Flash Floods—A Review.** Sensor: 2018.

CARPI Jr., Salvador . **Identificação de riscos ambientais e proteção da água: uma aproximação necessária,** 2011,p.38.

CANHOLI, Pardo Aluísio. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes,** Aluísio Pardo Canholi (ed.), São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2005.

CEMTEC, Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos, banco de dados meteorológico do mês anterior, disponível em: http://www.cemtec.ms.gov.br/wp-content/uploads/2015/12/CHUVAS-MS_NOVEMBRO20151.pdf, Acesso em: 12 jun. 2019

COSTA, Marcus V., **Formação da Cidade de Campo Grande - MS: Introdução e Diálogos**. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), sem datas.

CHO, S.Y, Chang, H. **Recent research approaches to urban flood vulnerability, 2006–2016**. Nat Hazards 88, ISSN 633–649 (2017).

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. Editora Penso, Porto Alegre, RS. 2014

DAEE/CETESB. **Drenagem Urbana: Manual de projeto por Departamento de Águas e Energia Elétrica e Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**. 2ª Edição corrigida, São Paulo, 1980.

CAMPO GRANDE (Cidade). Comissão Municipal de Defesa Civil, **Histórico de chuvas em Campo Grande - MS**, disponível em <http://www.defesacivil.ms.gov.br/campo-grande-supera-historico-de-chuva-no-mes-de-fevereiro-2019>. Acesso 20 de Junho de 2019.

CAMPO GRANDE (Cidade). Comissão Municipal de Defesa Civil, **Monitora Alagamentos e quedas de árvores em MS**, disponível em <http://www.defesacivil.ms.gov.br/defesa-civil-estadual-monitora-alagamentos-e-quedas-de-arvores-em-ms/>. Acesso 05 fevereiro 2020

DSG, **Diretoria de Serviços Geográfico**. Geoportal do Exército Brasileiro. Disponível em: <https://bdgex.eb.mil.br/portal/index.php?lang=pt> Acesso 02 de Março de 2021.

EMBRAPA. **Comunicado Técnico, Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil**. Campinas, São Paulo, 2017. 5 p. disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1069928/identificacao-mapeamento-e-quantificacao-das-areas-urbanas-do-brasil> Acesso em: 01 jun. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ)**. In: Reunião Técnica de Levantamento de Solos, 1979, Rio de Janeiro. Súmula... Rio de Janeiro, 1979. 83 p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

ELKHRACHY, I. **Flash Flood Hazard Mapping Using Satellite Images and GIS Tools: A case study of Najran City, Kingdom of Saudi Arabia (KSA)**. Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, v. 18, n. 2, p. 261-278, 2015.

ESTRELLA, Gisele Santos. **Impactos ambientais e sociais nos fundos de vale da micro bacia do Córrego Segredo em Campo Grande – MS (2000-2010)**. Dissertação (mestrado) – Universidade Anhanguera - Uniderp, Campo Grande, 2013.

FERREIRA, K. C., **População de Campo Grande: Análise do Censo Demográfico 2010**. – PLANURB, Campo Grande, disponível em <http://www.campogrande.ms.gov.br/sisgran/2013>.

GADRANI*, G. Lominadze, M. Tsitsagi F. **Assessment of landuse/landcover (LULC) change of Tbilisi and surrounding area using remote sensing (RS) and GIS** - Anais da Ciência Agrária Volume 16, Edição 2 , junho de 2018 , páginas 163-169.

GALVÃO M. C. B.; RICARTE I. L. M. **Revisão Sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação**. Logeion: Filosofia da Informação, v. 6, n. 1, p. 57-73, 15 set. 2019.

GUSTAVO Asciutti; STANGANINI F. N; MELANDA, E.A. Identificação dos diferentes usos e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Quilombo, São Carlos – SP, utilizando imagem do satélite Sentinel 2 e o complemento SCP do QGIS. In: Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, São José dos Campos , INPE, 2019.

IBAMA, **Diretrizes de Pesquisa Aplicada ao Planejamento e Gestão Ambiental**. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: Ibama, 1994.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Cidade: **Infográficos da evolução populacional de Campo Grande**. 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms/campo-grande.html>> . Acesso em: 10 jan. 2021.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Áreas urbanizadas do Brasil – 2005**. Rio de Janeiro: MPOG, 2015. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/geografia_urbana/areas_urbanizadas/default.shtm?c=8. Acesso em: 05 jun. 2019.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – Manejo de águas pluviais**. 2008. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?id=52553&view=detalhes> Acesso em: 05 Março. 2021.

JUSTIN PAUL, ALEX R. C., **The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know?**. ISSN 0969-5931, Editora: International Business Review. Volume 29, Agosto 2020

KANDILIOTI, G., MAKROPOULUS, C. **Avaliação preliminar do risco de inundação: o caso de Atenas**. Editora: Natural Hazards edição 61, pág. 441–468, 2012

LIANG, W., YONGLI, C., HONGQUAN, C. *et al.* **Flood disaster in Taihu Basin, China: causal chain and policy option analyses..** Environ Earth Sci 63, 2011

LIMA, Valéria; MARGARETE, C. De C. **Metodologia para analisar a qualidade ambiental urbana através de geoprocessamento**1. (2007).

MENDES, SCATOLIN Y.; RIBEIRO, V.; PARANHOS F.; GALBETTI T.; **Álgebra de Mapas na Elaboração de Carta de Risco à inundação**. Editor: Anuário do Instituto de Geociência – UFRJ, 2020.

MENSAH, H., Ahadzie, D.K. **Causes, impacts and coping strategies of floods in Ghana: a systematic review**. Editora: SN Appl. Science. 2, artigo 792, ano 2020.

MERZ, B., Kreibich, H., Schwarze, R., Thieken, A. **Review article “Assessment of economic flood damage”**. – Natural Hazards and Earth System Sciences (NHESS), 10,8. Publicado em 18 de Agosto de 2010, páginas 1697-1724.

MONGEON, P., PAUL-HUS, A. **The Journal Cover of Web of Science and Scopus: a comparative analysis**. *Scientometrics* 106, 213–228, 2016.

PARANHOS FILHO, A. C.; MIOTO, C. L.; PESSI, D.; GAMARRA, R.; SILVA, N.; RIBEIRO, V.; CHAVES, J.; **Geotecnologias para Aplicações Ambientais**. Maringá - PR: Editora Uniedusul, 2021. 394 p.

PHILIPPI, Arlindo Junior. **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável**, Arlindo (ed.) Philippi jr., Barueri, SP: Manole, 2005, 2014.

PRADO, Darci Santos. **Planejamento e Controle de Projeto**. Darci Santos do Prado – Nova Lima (MG), Volume 2, 7ª Edição, Editora Falconi, 2011.

ROCHA, Aristides de Almeida, **“Histórias do Saneamento”**, 1ª edição digital, São Paulo: Blucher, 2018. 152 p. PDF.

ROSA, R. (2011). **Geotecnologias na Geografia aplicada**. *Revista Do Departamento De Geografia*, 16, 81-90.

SILVA, B. J. da. et al. **O componente drenagem urbana no plano municipal de saneamento ambiental de Alagoinhas, Bahia**. Disponível em: <http://servicos.semasa.sp.gov.br/Old/admin/biblioteca/docs/PDF/35Assemae126.pdf> Acesso em: 10 mai.2019

TUCCI, C.E.M. **“Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção”**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Vol. 2, n. 2.1997

TUCCI, C.E.M. **Águas Urbanas**. *Estudos Avançados* Ed. 22, página 63. UFRGS, 2008.

TUCCI, C.E.M. (2012). **“Gestão da Drenagem Urbana”**. CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48).

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. **Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review**. *British Journal of Management*, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

VILLELA, SWAMI M. e Arthur Mattos. **Hidrologia Aplicada**. Editora, McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1975.

WONMIN S., Jun-Hyun Kim, Ming-Han Li, Robert Brown. **The influence of climate on the effectiveness of low impact development: A systematic review**. Editora, *Journal of Environmental Management*, Volume 236, 2019, Pages 365-379, ISSN 0301-4797.

ZUPIC, Ivan & Čater, Tomaž. **Bibliometric Methods in Management and Organization**. Editora: Organizational Research Methods. 2015.