



REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA

Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado

3.G.3 – RELATÓRIO: DINÂMICAS URBANAS E SUSTENTABILIDADE

Goiânia, maio de 2024.

EQUIPE TÉCNICA

COORDENAÇÃO TEMÁTICA

Recursos Hídricos, Saneamento Básico e Ambiental, Mudanças Climáticas

Maurício Martines Sales

Karla Emmanuela Ribeiro Hora

Uso do solo

Manuel Eduardo Ferreira

Macrozoneamento, Aspectos físico-ambientais

Nilson Clementino Ferreira

EQUIPE BOLSISTA

Alessandro Ribeiro Filho, graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela EECA/UFG.

Amanda Rosa Falcão, cientista ambiental e mestranda em Ciências Ambientais pelo CIAMB/UFG, membro da equipe vinculada ao LAPIG.

Ana Paula Frazão, geógrafa, mestre em Geografia e doutoranda em Geografia pelo PPGEU/UFG, membro da equipe vinculada ao LAPIG.

Daniela Vasconcelos de Oliveira, economista, mestre em Agronegócio e doutoranda em Agronegócio pelo PPGAGRO/UFG, membro da equipe vinculada ao LAPIG.

Gabriella Santos Arruda de Lima, geógrafa, mestre em Ciências Ambientais pelo CIAMB/UFG e doutoranda em Geografia pelo PPGEU/UFG, membro da equipe vinculada ao LAPIG.

Gerson de Souza Arrais Neto, comunicador, mestrando em Projeto e Cidade pelo PPGPROJETOS/FAV/UFG.

João Vitor Silva Costa, cientista ambiental, mestre em Ciências Ambientais e doutorando em Ciências Ambientais pelo CIAMB/UFG, membro da equipe vinculada ao LAPIG.

Karla Emmanuela Ribeiro Hora, arquiteta-urbanista, doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento, lotada na EECA/UFG.

Kátia Alcione Kopp, bióloga, doutora em Ciências Ambientais, lotada na EECA/UFG.

Manuel Eduardo Ferreira, geógrafo, doutor em Ciências Ambientais, lotado no IESA/UFG.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS



Maurício Martines Sales, engenheiro civil, doutor em Engenharia Geotécnica, lotado na EECA/UFG.

Nilson Clementino Ferreira, engenheiro cartográfico, doutor em Ciências Ambientais, lotado na EECA/UFG.

Noely Vicente Ribeiro, engenheira cartográfico, doutora em Geografia, lotada no IESA/UFG.

Victória Vasconcelos, cientista ambiental e mestre em Ciências Ambientais pelo CIAMB/UFG, membro da equipe vinculada ao LAPIG.

Wellington Alves Oliveira, graduando em Ciências Ambientais pelo IESA/UFG.

COLABORADORAS

Fabyane Soares dos Santos, graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela EECA/UFG.

Anna Beatriz Silva de Oliveira, graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela EECA/UFG.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
1 APECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS	13
1.1 INTRODUÇÃO	13
1.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA RMG	14
1.3 CLIMA.....	22
1.4 VULNERABILIDADE AMBIENTAL	27
1.5 DIRETRIZES	37
1.6 REFERÊNCIAS.....	38
2. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	40
2.1 INTRODUÇÃO	40
2.2 USO DO SOLO	40
2.3 CRESCIMENTO DA MANCHA URBANA	43
2.4 SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO.....	45
2.5 DIRETRIZES	45
2.6 REFERENCIAS.....	46
3. ÁREAS VERDES E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	47
3.1 INTRODUÇÃO	47
3.2 PARQUES URBANOS - IMPORTÂNCIA SOCIOAMBIENTAL.....	50
3.3 ÁREAS PROTEGIDAS DA RMG	52
3.4 PARQUES LINEARES: IMPORTÂNCIA NA SUSTENTABILIDADE URBANA.....	59
3.5 PROPOSTA DE CRIAÇÃO DO PARQUE LINEAR METROPOLITANO DO RIO MEIA PONTE	65
3.6 DIRETRIZES PARA A RMG QUANTO ÀS ÁREAS VERDES E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.....	68
3.7 REFERÊNCIAS	70
4. SEGURANÇA HÍDRICA	73
4.1 INTRODUÇÃO	73
4.2 MANANCIAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA.....	74
4.2.1 Uso solo nos mananciais	79
4.2.2 Vulnerabilidade ambiental dos mananciais	82
4.3 SEGURANÇA HÍDRICA	84
4.4 DIRETRIZES	91

4.5 REFERENCIAS.....	92
5. SANEAMENTO BÁSICO	93
5.1 INTRODUÇÃO	93
5.2 ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO	97
Lei nº 1.697, de 17 de dezembro de 2012	98
5.3 RESÍDUOS SÓLIDOS	106
5.4 DRENAGEM.....	110
5.5 DIRETRIZES	111
5.6 REFERÊNCIAS.....	112
6. COVID-19 E O DESAFIOS DAS DOENÇAS EMERGENTES E REEMERGENTES	113
6.1 INTRODUÇÃO	113
6.2 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS DA COVID-19 PARA A RMG	115
6.2.1 Área de estudo.....	116
6.3 PANORAMA DA COVID-19 NA RMG ENTRE OS ANOS DE 2020 E 2023.....	118
6.3.1 Casos confirmados de Covid-19 na RMG	119
6.3.2 Óbitos por Covid-19 na RMG	124
6.3.3 Incidência e taxa de mortalidade por Covid-19 na RMG	128
6.4 SANEAMENTO BÁSICO E COVID-19.....	132
6.5 SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E O ENFRENTAMENTO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AOS DESAFIOS URBANOS	134
6.6 DIRETRIZES PARA A RMG EM RELAÇÃO AO ENFRENTAMENTO DE DOENÇAS EMERGENTES E REEMERGENTES	135
6.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
7. A REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS, NO CONTEXTO DO 6º RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO - AR6/IPCC.....	145
7.1 INTRODUÇÃO	145
7.2 O QUE DIZ O SEXTO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DO IPCC SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	147
7.3 A REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA – UM OLHAR EM DIÁLOGO COM O AR6.....	153
7.4 AS VARIAÇÕES DO CLIMA E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE A RMG.....	161
7.5 DIRETRIZES PARA A RMG DIANTE DO DESAFIO DE PACUTAÇÃO DE AÇÕES NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	163
7.6 REFERÊNCIAS.....	169
8. RESUMO EXECUTIVO E RECOMENDAÇÕES	171



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS



APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta a revisão e atualização do *Diagnóstico das Condições Ambientais da Região Metropolitana de Goiânia (RMG)*, elaborado no ano de 2017, aqui denominado DCA-2017.

Sua elaboração resgatou alguns elementos contidos no DCA-2017, de forma que os dados e informações pudessem ser atualizados em termos quantitativos, principalmente os dados demográficos, uso da terra e saneamento.

O DCA-2017 trouxe dados analisados entre 2015-2017 à luz do Estatuto da Metrôpoles, Lei n° 13.089, de 15 de janeiro de 2015. Na ocasião, a RMG era composta por 20 municípios. A RMG, desde sua criação, passou por modificações que impactaram seu ambiente físico natural. No documento já se identificava a distribuição espacial assimétrica da população na região, com 90% dela concentrada nos municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia, Trindade e Senador Canedo, com reflexo no adensamento urbano. Conforme Hora *et al.* (2023, p. 181):

Em 2010, 98% da população concentrava-se nas áreas urbanas e nove municípios possuíam mais de 16% da população em áreas rurais. Isso significava a presença de 2.173.141 habitantes na RMG, representando 36% da população do estado de Goiás. Considerando-se a variação populacional entre 1990 e 2010, a população da RMG passou de 1.312.709 habitantes, para 2.173.141, em 2010, o que significou um aumento aproximado de 65%. O maior pico de crescimento populacional relativo ocorreu entre 1960 e 1970.

Destaca-se que esse crescimento foi acompanhado de um processo de urbanização intenso que levou à conurbação urbana e supressão da vegetação. A dinâmica urbana e as novas formas de deslocamento na região causaram uma maior impermeabilização dos solos. Num contexto de mudanças climáticas, já são registrados na RMG regimes de chuvas alterados, com a ocorrência de ventos extremos, problemas de alagamentos e estiagem prolongada.

Apesar do crescimento nominal da população, considerando um olhar sobre décadas passadas, evidencia-se o decréscimo nas taxas de crescimento populacional, seguindo a tendência nacional. Ainda assim, estimava-se “um incremento populacional entre quase 600 mil e 1 milhão de habitantes a depender

do cenário tomado (Baixo ou Médio)” (Hora *et al.*; 2023, p. 202). Conseqüentemente, a demanda e impacto sobre os recursos naturais ainda são grandes na RMG. A maior pressão é vista sobre as áreas de captação de água destinadas ao abastecimento humano. Em diferentes localidades vê-se a pressão de novos loteamentos ou novos usos em conflitos com as áreas de preservação ambiental.

Por fim, como conclusão e síntese do DCA-2017, publicada em Hora *et al.* (2023, p. 203), registrava-se que:

- Menos de 25% da RMG é composto por remanescentes do Cerrado;
- Há pouca representatividade de Unidades de Conservação em escala metropolitana, com destaque para a Área de Proteção Ambiental do João Leite;
- As áreas de vulnerabilidade ambiental encontram-se desprotegidas;
- Verifica-se degradação elevada nas áreas de proteção permanente (APPs) dos cursos de água;
- O crescimento da mancha urbana estende-se sobre os mananciais de captação de água destinados ao abastecimento público;
- Constata-se uma ausência de preocupação com futuros mananciais nos planos diretores municipais e nas ações de expansão urbana;
- Há desequilíbrio no acesso à água para consumo humano e nas ações de esgotamento sanitário, além de se encontrar uma condição crítica da disposição final dos resíduos sólidos entre os municípios da região metropolitana.

Embora se tenham decorrido apenas seis anos desde a apresentação do DCA-2017, de lá para cá a ocorrência da pandemia de Covid-19, declarada como Emergência de Saúde Pública em janeiro de 2020 pela Organização Mundial da Saúde, que perdurou até 5 de maio de 2023, acarretou mudanças com impactos ainda imensuráveis na vida cotidiana. Reitera-se que, apesar de não ter mais o *status* de pandemia, pela OMS, enfrentar os casos de Covid-19 ainda segue sendo um desafio aos países no início de 2024. Também nesse interstício, os cenários políticos mundial e nacional passaram por reveses, cujas conseqüências abrangeram não só a mudança no perfil dos governos, cada vez mais conservadores, quanto na ocorrência de armistícios que impactam a geopolítica mundial e transações comerciais, a exemplo da guerra Ucrânia-Rússia, iniciada em 24 de fevereiro de 2022 e ainda vigente, além do conflito Israel-Palestina, reiniciado em outubro de 2023.

Evidentemente, esses eventos contribuíram, à sua maneira, para reorganizar a vida cotidiana no mundo, no Brasil e na própria Região Metropolitana de Goiânia. Alguns dos impactos diretos dos armistícios no Brasil, em Goiás, e na própria RMG, referem-se ao custo de bens e transações comerciais, setores como da construção civil e agropecuária vivenciaram um aumento, além do previsto, dos preços de insumos. De forma complementar, nos últimos cinco anos, viram-se efeitos das alterações climáticas, seja com as ondas de calor, sejam os eventos extremos associados à ocorrência de chuvas. Isso também impactará a RMG pelas próximas décadas.

Assim, para contribuir com as reflexões sobre a RMG, considerando este Caderno Temático de Condições Ambientais, esta revisão busca analisar esses elementos conjunturais e replicá-los sob a perspectiva de ressaltar os dados de uso do solo, condições físico-ambientais, aspectos de saúde ambiental, dados de saneamento básico, com exceção da drenagem. Além disso, foi incluído um texto sobre “mudanças climáticas” à luz do Sexto Relatório de Avaliação das Mudanças Climáticas do Painel Intergovernamental de Mudança Climática, divulgado em 2023.

Considerando que a RMG passou a ser composta por 21 municípios, segundo a Lei Complementar nº 139, de 22 de janeiro de 2018, o documento atual inclui dados e informações dos municípios de Inhumas e Santa Bárbara de Goiás. Inhumas já havia aparecido no relatório preliminar de 2017. Em 2022, os 21 municípios somaram 2.600.560 habitantes (IBGE, 2022) - (Tabela 1).

Tabela 1 - População da RMG, segundo municípios e anos de 2010 e 2022

Cidades/População	2010	2022	var. (%)
Abadia de Goiás	6.876	19.128	178,18
Aparecida de Goiânia	455.657	527.550	15,78
Aragoiânia	8.365	11.890	42,14
Bela Vista de Goiás	24.554	34.445	40,28
Bonfinópolis	7.536	10.296	36,62
Brazabrantes	3.232	3.992	23,51
Caldazinha	3.325	4.507	35,55
Caturai	4.686	5.184	10,63
Goianápolis	10.695	13.967	30,59
Goiânia	1.302.001	1.437.237	10,39
Goianira	34.060	71.916	111,15
Guapó	13.976	19.545	39,85

Hidrolândia	17.398	27.741	59,45
Inhumas	48.246	52.204	8,2
Nerópolis	24.210	31.932	31,9
Nova Veneza	8.129	9.481	16,63
Santa Bárbara de Goiás	5.751	6.149	6,92
Santo Antônio de Goiás	4.703	7.386	57,05
Senador Canedo	84.443	155.635	84,31
Terezópolis de Goiás	6.561	7.944	21,08
Trindade	104.488	142.431	36,31
TOTAL	2.178.892	2.600.560	19,35

Fonte: Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2022).

Destaca-se que o PDUI-RMG é produto exigido pela Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015, que instituiu o Estatuto da Metrôpole. Em 2018, a Lei nº 13.683, de 19 de junho de 2018, alterou a Lei nº 13.089/2015. Importante reafirmar que o Estatuto da Metrôpole “estabelece diretrizes gerais para o planejamento, a gestão e a execução das funções públicas de interesse comum em regiões metropolitanas e em aglomerações urbanas instituídas pelos Estados, normas gerais sobre o plano de desenvolvimento urbano integrado e outros instrumentos de governança Interfederativa” (Brasil, 2015). A Lei nº 13.683/2018 segue afirmando a importância do compartilhamento de responsabilidades na gestão de ações e projetos relacionados às funções de interesse comum. Ela incorpora no art. 12, inciso 5º, a necessidade de “delimitação das áreas com restrições à urbanização visando à proteção do patrimônio ambiental ou cultural, bem como das áreas sujeitas a controle especial pelo risco de desastres naturais, se existirem”, no inciso VII, menciona as diretrizes para regularização fundiária, nos termos da Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017.

Contudo, dentre as alterações da Lei nº 13.683/2018 que mais afetam este documento, está a própria mudança do Marco Legal do Saneamento Básico, com a aprovação da Lei 14.026, de 15 de junho de 2020. A Lei nº 14.026/2020, além de atualizar o marco legal do saneamento básico, “atribui à Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA) a competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento” (Brasil, 2020). Em 2023, novos decretos foram emitidos, retomando o papel do Ministério das Cidades na produção de diretrizes para o setor.

Embora tudo isso influencie nos arranjos regionais para atendimento do setor de saneamento aos municípios, no que tange à RMG isso pouco se alterou, permanecendo, ainda, a mesma institucionalidade de 2017. Assim, neste novo texto, buscou-se verificar se houve alguma atualização dos marcos normativos municipais por meio de informações destinadas aos cidadãos, disponibilizadas nas páginas virtuais oficiais das Prefeituras ou Câmaras Municipais. Deu-se ênfase aos dados de atendimento do saneamento básico, disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS) em 2022, complementados por dados do Censo Demográfico de 2022, considerando o acesso da população aos sistemas de abastecimento de água e coleta de esgotamento sanitário.

Para atualização dos dados e apresentação deste relatório, a equipe se subdividiu em subtemas, adotando-se multimétodos para a composição e análise dos dados e informações. De maneira geral, a metodologia consistiu na revisão de literatura e pesquisa documental. Os dados foram tratados por meio de geotecnologias, resultando em mapas, quadros e tabelas. Diferentes fontes subsidiaram o documento, dentre elas, destacam-se os bancos de dados públicos do: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS); Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet); Sistema de Informações do Estado de Goiás (Sieg); Agência Nacional das Águas e Saneamento (ANA); MapBiomias – Coleção 8 ou mais recente; e DataSUS. Os mapas de uso do solo e dos aspectos físico-ambientais foram processados pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG do Instituto de Estudos Socioambiental (IESA) da Universidade Federal de Goiás (UFG) e pelo Laboratório de Estudos de Meio Ambiente – LEMA da Escola de Engenharia Civil e Ambiental (EECA) da UFG.

Por fim, o documento final reafirma os compromissos com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a Agenda Urbana Habitat III, sendo reforçada pelas diretrizes propostas pelo AR6-IPCC (2023). No arranjo metropolitano, a premissa da gestão compartilhada das funções públicas de interesse comum, sendo estas compreendidas no termo do inciso II, artigo 2º da Lei nº 13089/2018, como “função pública de interesse comum: política pública ou ação nela inserida cuja realização por parte de um Município, isoladamente, seja inviável ou cause impacto

em Municípios limítrofes” (Brasil, 2018). De forma complementar, o conceito de Função Social da Propriedade (FSP) segue válido, conforme premissa apresentada na Constituição Federal de 1988 e na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 – Estatuto das Cidades.

Para expor esses elementos, este documento está organizado em oito capítulos, sendo o último um resumo executivo. Os capítulos são dispostos de forma tal que se resgatem elementos do DCA-2017 e, ao mesmo tempo, apresentem as mudanças pertinentes ao período 2017-2023. Ao final de cada capítulo, exibe-se um quadro resumo com aspectos do diagnóstico, prognóstico e diretrizes.

Uma limitação a se descartar é que, até o fechamento deste documento, muitos dados do Censo 2022, de interesse direto da RMG, ainda não haviam sido disponibilizados publicamente pelo IBGE. Esses dados são fundamentais para uma maior compreensão da dinâmica urbana-rural, e identificar na escala dos setores censitários os atendimentos e lacunas do saneamento básico, transporte e educação, dentre outros.

1 ASPECTOS FÍSICO-AMBIENTAIS

Nilson Clementino Ferreira, doutor em Ciências Ambientais. Contato: nilson.ferreira@ufg.br

Noely Vicente Ribeiro, doutora em Geografia. Contato: noely_ribeiro@ufg.br

Wellington Alves Oliveira, graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela EECA/UFG. Contato: welingtonalves@discente.ufg.br

1.1 INTRODUÇÃO

Os aspectos físicos da RMG referem-se à descrição das características fisiográficas e morfológicas. Por ela são considerados a descrição e mapeamento das situações de declividade, hipsometria, geologia, geomorfologia, solos, uso e cobertura da terra, hidrografia, clima, entre outros. Essas condições permitem identificar as áreas de vulnerabilidade ambiental. Esta, por sua vez, é compreendida como um conceito interdisciplinar que aborda a susceptibilidade de um determinado ambiente às perturbações e mudanças, considerando não apenas aspectos naturais, mas também socioeconômicos e políticos (Füssel, 2007).

A Região Metropolitana de Goiânia está localizada em uma porção do Planalto Central brasileiro, uma área geológica que se formou durante o período Pré-Cambriano há mais de 540 milhões de anos, por meio de processos erosivos, sedimentação e metamorfismos de rochas ígneas e sedimentares. Durante o período Mesozoico, entre 252 e 66 milhões de anos atrás, a região foi afetada por movimentos tectônicos que levaram à formação de bacias sedimentares, como a Bacia do Paraná, que é rica em recursos minerais e contribui para a economia da região.

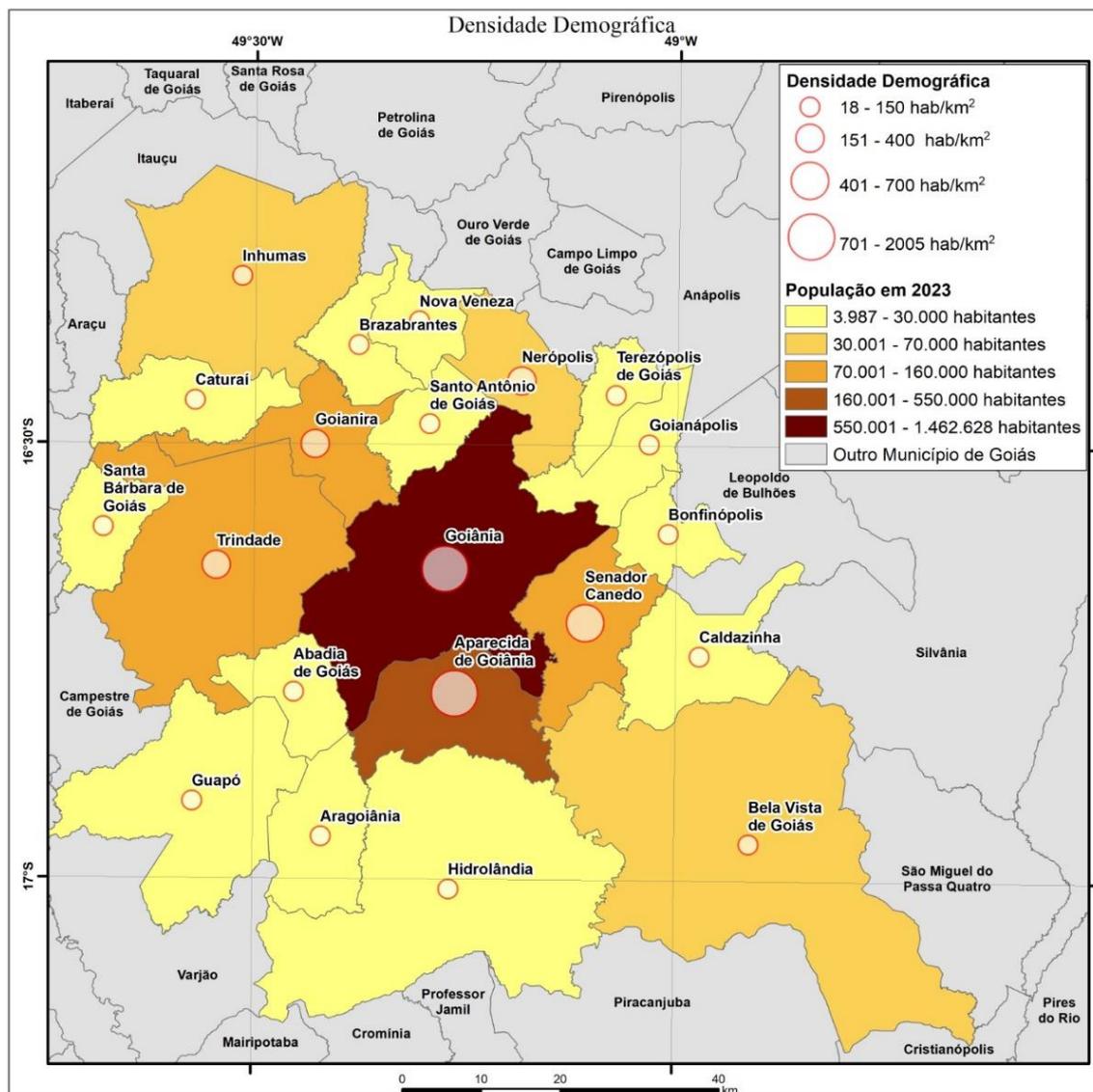
Além desses aspectos físicos, são apresentadas as variáveis climatológicas, com dados extraídos do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), uma vez que permitem identificar as ocorrências de mudanças extremas na temperatura e pluviosidade da região, aspecto que será retomado na discussão sobre Mudanças Climáticas.

A metodologia utilizada consistiu na extração de dados das seguintes bases: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM); Serviço Geológico do Brasil (SGB); Sistema de Informação Estatística de Goiás (SIEG); MapBiomass – Coleção 8; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE). Esses dados e informações foram tratados em ambiente SIG e são fundamentais para identificar as áreas com potencial de ocupação humana e áreas prioritárias para preservação e conservação. Temas que serão tratados no Macrozoneamento.

1.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA RMG

A Região Metropolitana de Goiânia localiza-se no Planalto Central, situado entre as Latitudes 16°11'39" a 17°12'30" Sul e Longitudes 49°44'35" a 48°37'30" Oeste. Ela pertence à Mesorregião do Centro Goiano e à Microrregião de Goiânia, unidades de planejamento adotadas pelo Estado (Figura 1.1).

Figura 1.1 - Densidade Demográfica e População na Região Metropolitana de Goiânia



Fonte: IBGE, 2022. Adaptado por Nilson Clementino Ferreira.

A região abrange uma área de 7.315,15 km². O relevo é caracterizado, em sua maioria, por plano a suavemente ondulado, e as maiores declividades se encontram nos extremos noroeste a sudoeste, com destaque para declividades montanhosas em porções de Guapó e Inhumas (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Do ponto hipsométrico, a região possui baixa variação altimétrica em grande parte dela. No entanto, é possível identificar a menor altitude de 527 metros e a maior altitude de 1161 metros (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

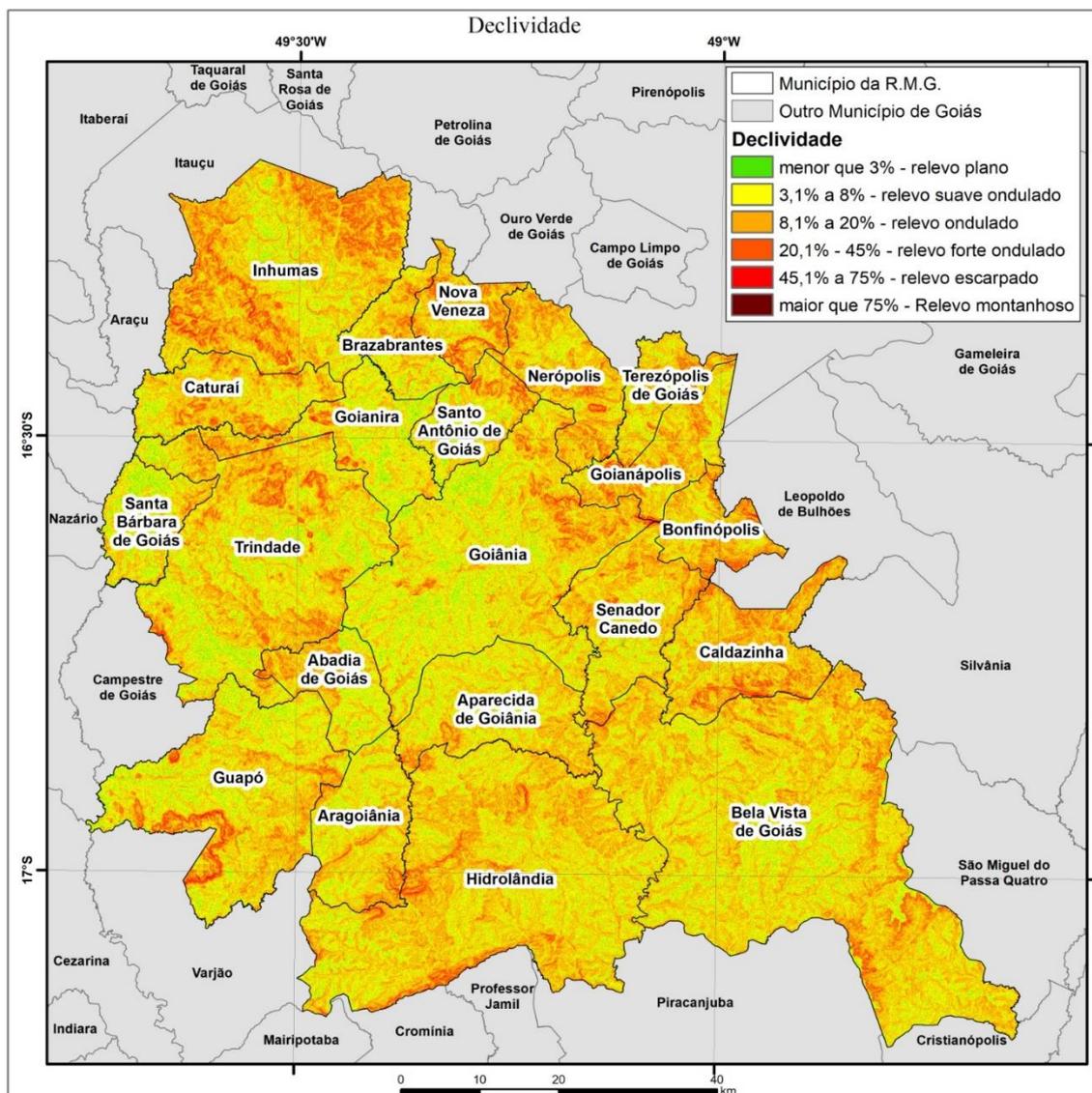
A Geomorfologia (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) predomina o pediplano degradado inumado (Pgi), que se caracteriza por rochas do tipo metamórficas, com predominância na porção sul de uma geologia formada por

rochas de xisto. Os solos (Figura 1.5) predominantes são do tipo latossolo, seguido do Argissolo, este último se concentrando em áreas mais onduladas e fundos de vale (Figura 1.5).

A Região está inserida na bacia do Paranaíba, e os municípios ocupam as sub-bacias do Rio Turvo e dos Bois; do Rio Meia Ponte e, uma pequena parte está inserida na sub-bacia do Corumbá. A rede hidrográfica é ampla (Fonte: SIEG, 2017. Elaboração: Nilson F. Clementino.

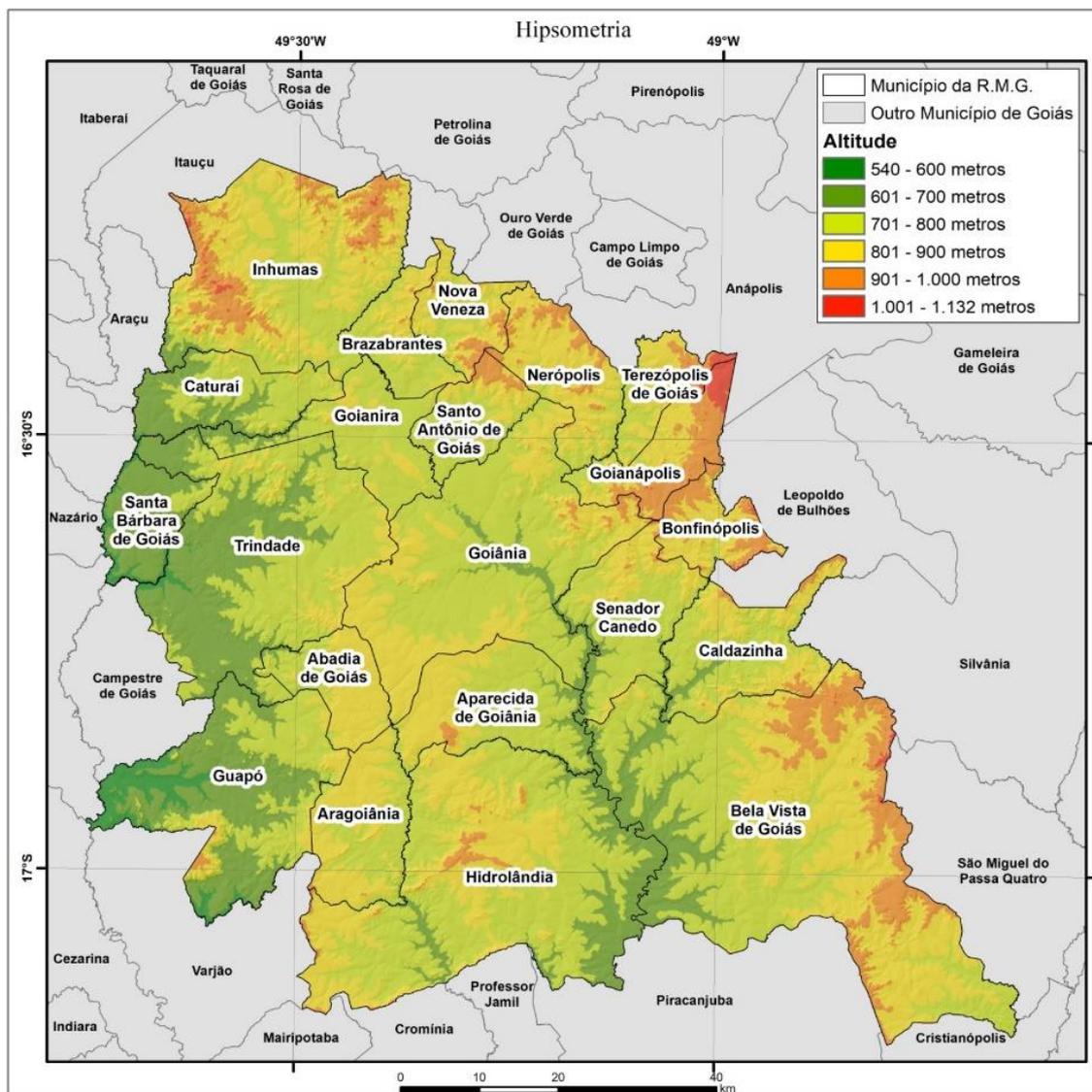
Figura 1.7), destacando-se a presença de importantes cursos d'água, como o rio Meia Ponte e o ribeirão João Leite.

Figura 1.2 - Declividade da RMG



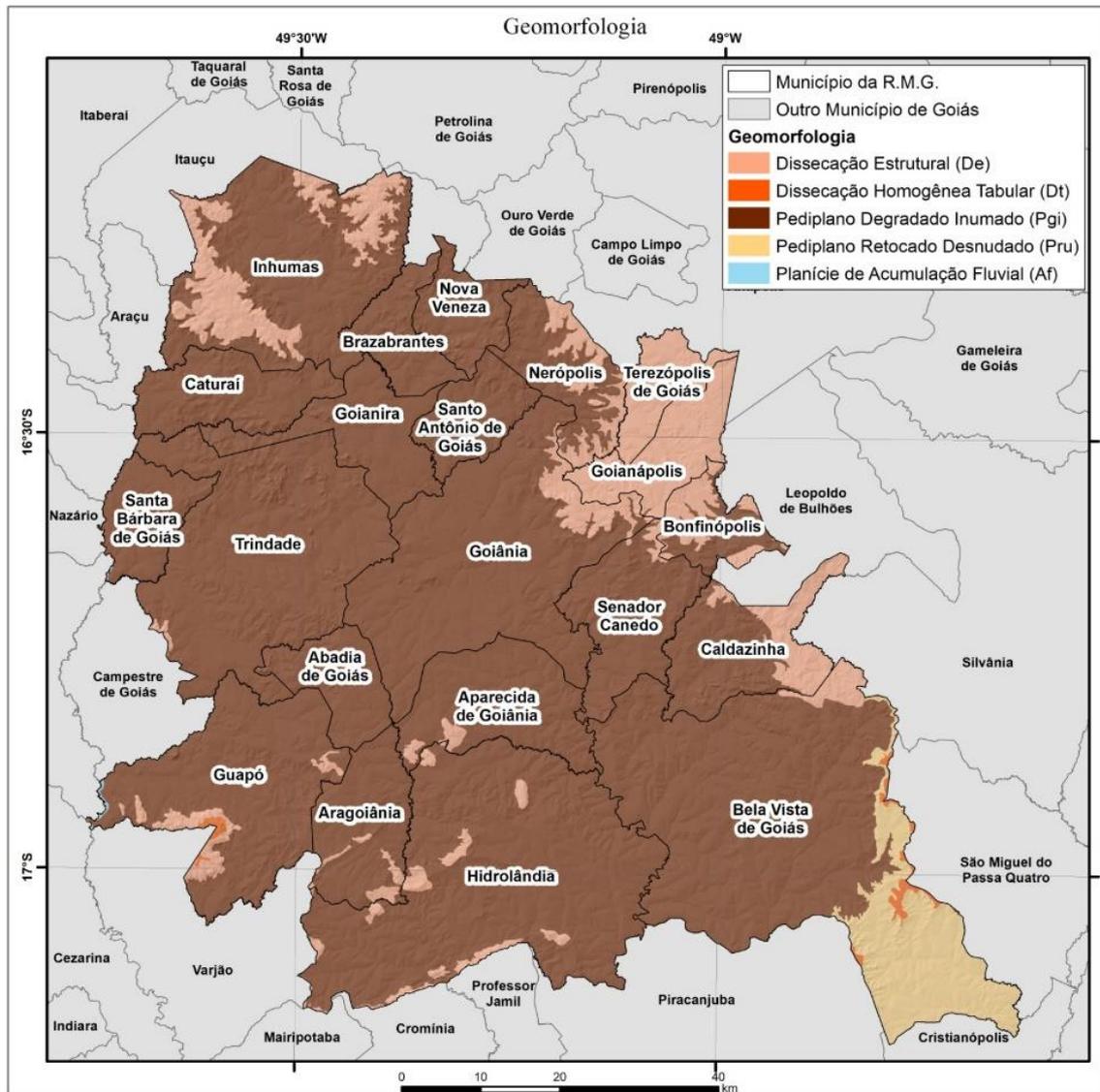
Fonte: SIEG, 2017. Elaboração: Nilson F. Clementino.

Figura 1.3 - Hipsometria da RMG



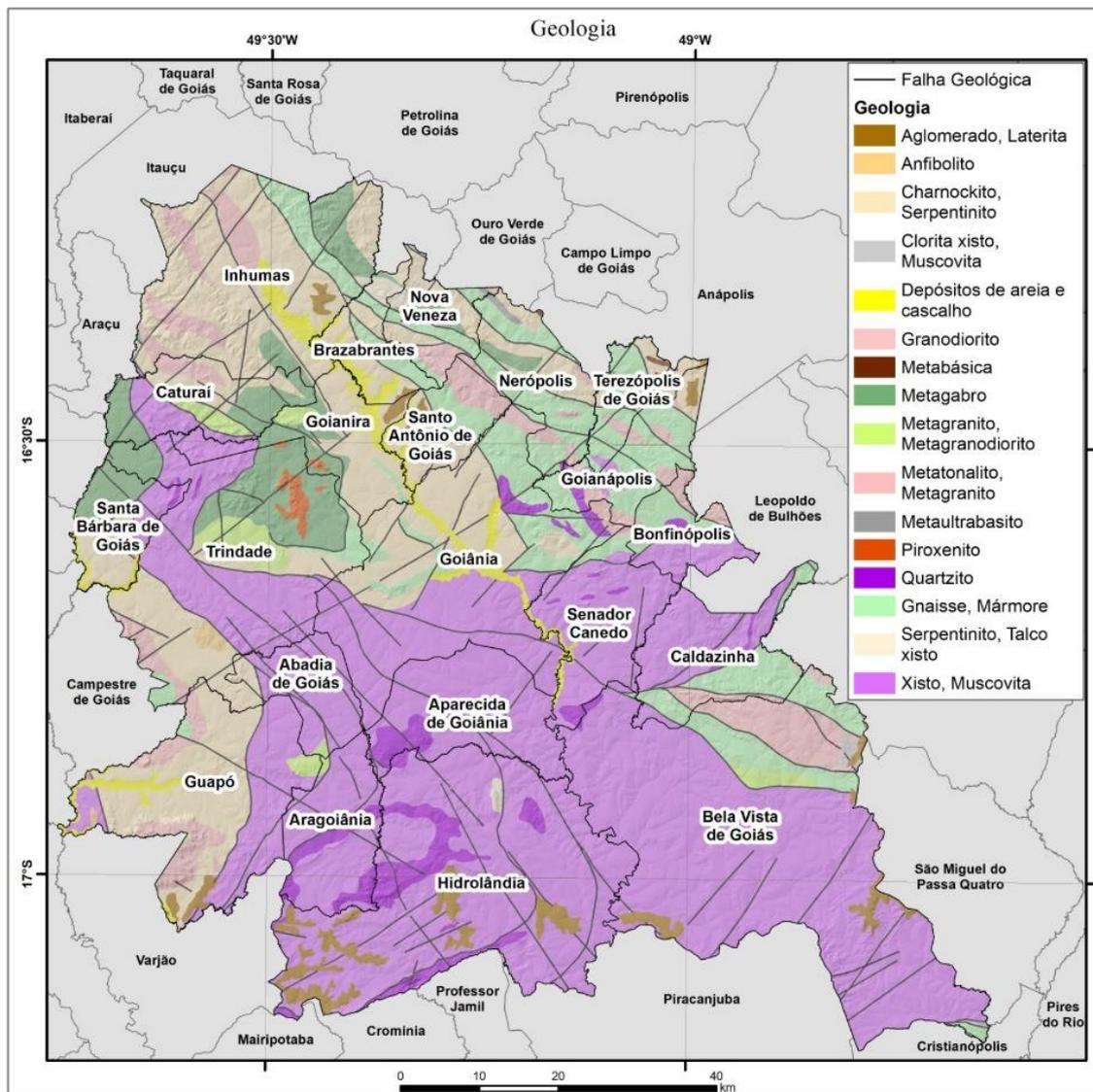
Fonte: SIEG, 2017. Elaboração: Nilson F. Clementino.

Figura 1.4 - Geomorfologia da RMG



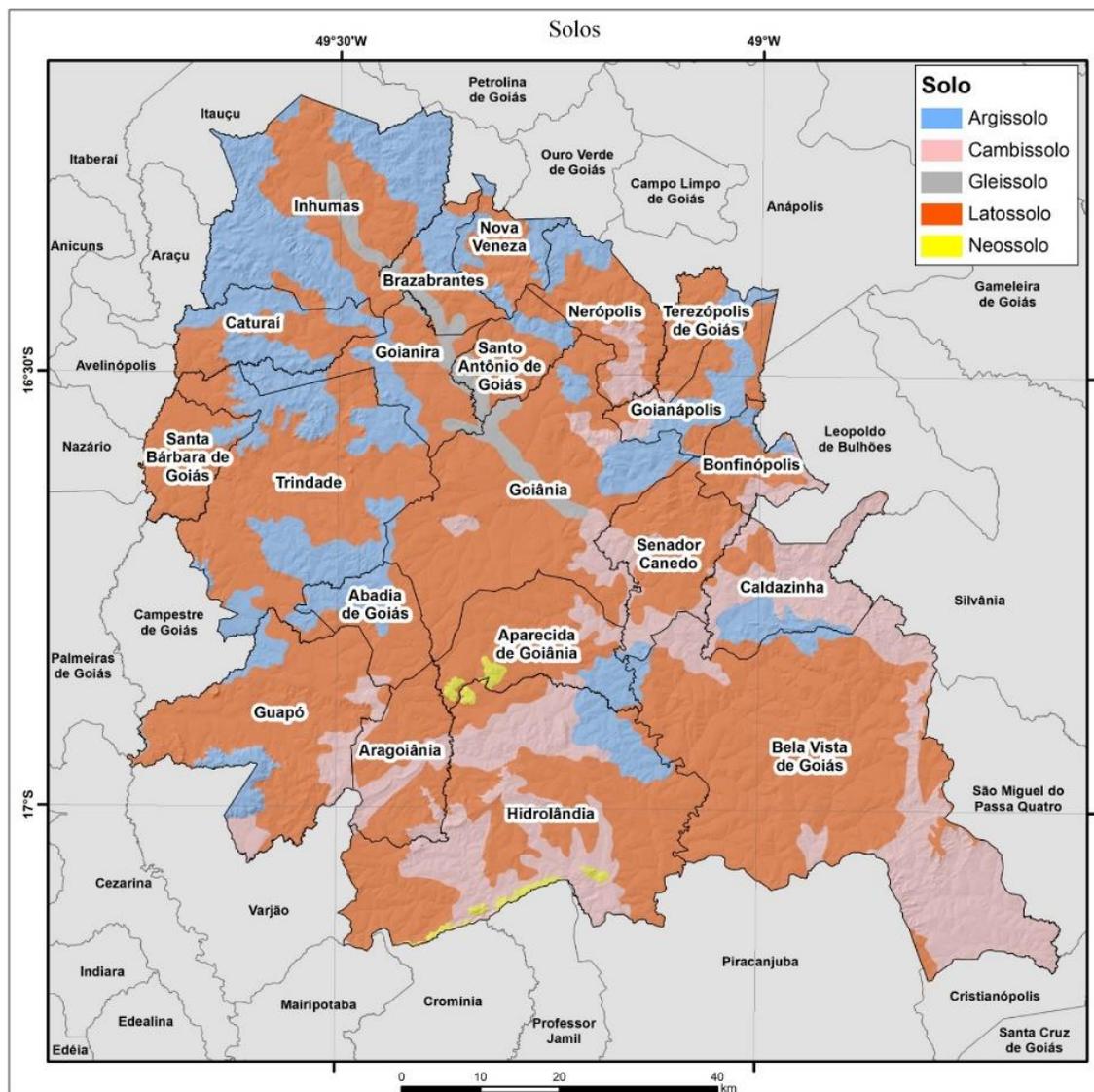
Fonte: SIEG, 2017. Elaboração: Nilson F. Clementino.

Figura 1.5 - Geologia da RMG



. Fonte: SIEG, 2017. Elaboração: Nilson F. Clementino.

Figura 1.6 - Solos da RMG



Fonte: SIEG, 2017. Elaboração: Nilson F. Clementino.

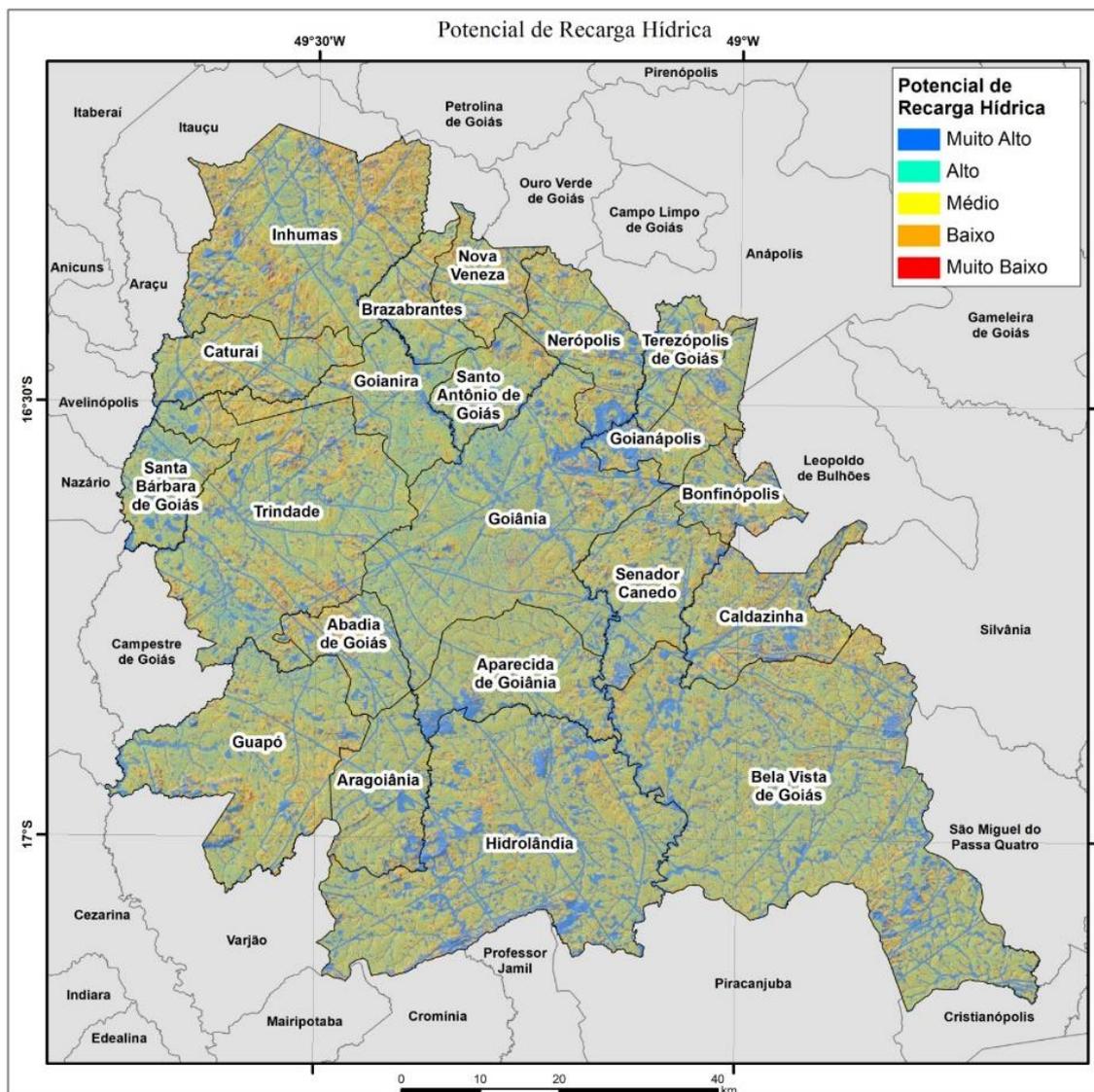


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS



Figura 1.8).

Figura 1.8 - Áreas de Recarga Hídrica



Fonte: SIEG, 2017. Elaboração: Nilson F. Clementino.

1.3 CLIMA

O clima na Região Metropolitana de Goiânia é do tipo tropical, com estação seca de inverno, na classificação de Köppen-Geiger, Aw. A temperatura apresenta elevadas amplitudes térmicas, sendo as mais baixas registradas no inverno e as mais altas, na primavera. A precipitação acumulada mensal varia entre 0 e 300 mm, sendo sua concentração mais frequente nos meses de outubro a março. A temperatura média anual é de 23,15°C, sendo a média das máximas, 29,8°C, e a média das mínimas, 17,7°C. Os ventos predominantes são de origem sudeste e



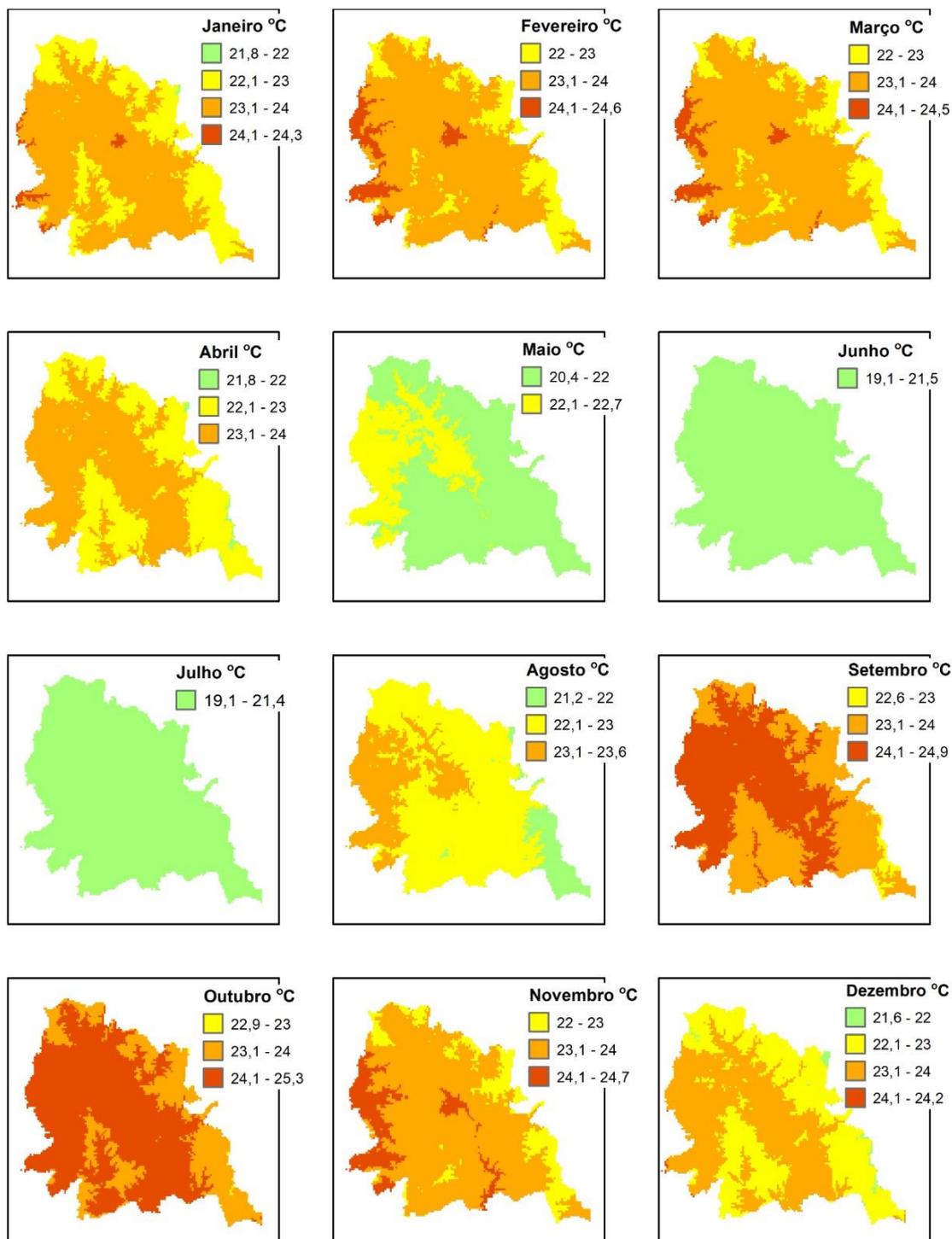
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS



sudoeste, com maior velocidade nos meses de agosto e setembro. As Figura 1.9, Fonte: Fick; Hijmans, 2017. Adaptado por Nilson C. Ferreira.

Figura 1.10 e Figura 1.11 representam as médias temperatura, precipitação e ventos ao longo da normal climatológica (1970 a 2000).

Figura 1.9 - Temperatura Média Radiante – período 1970 a 2000 (°C)



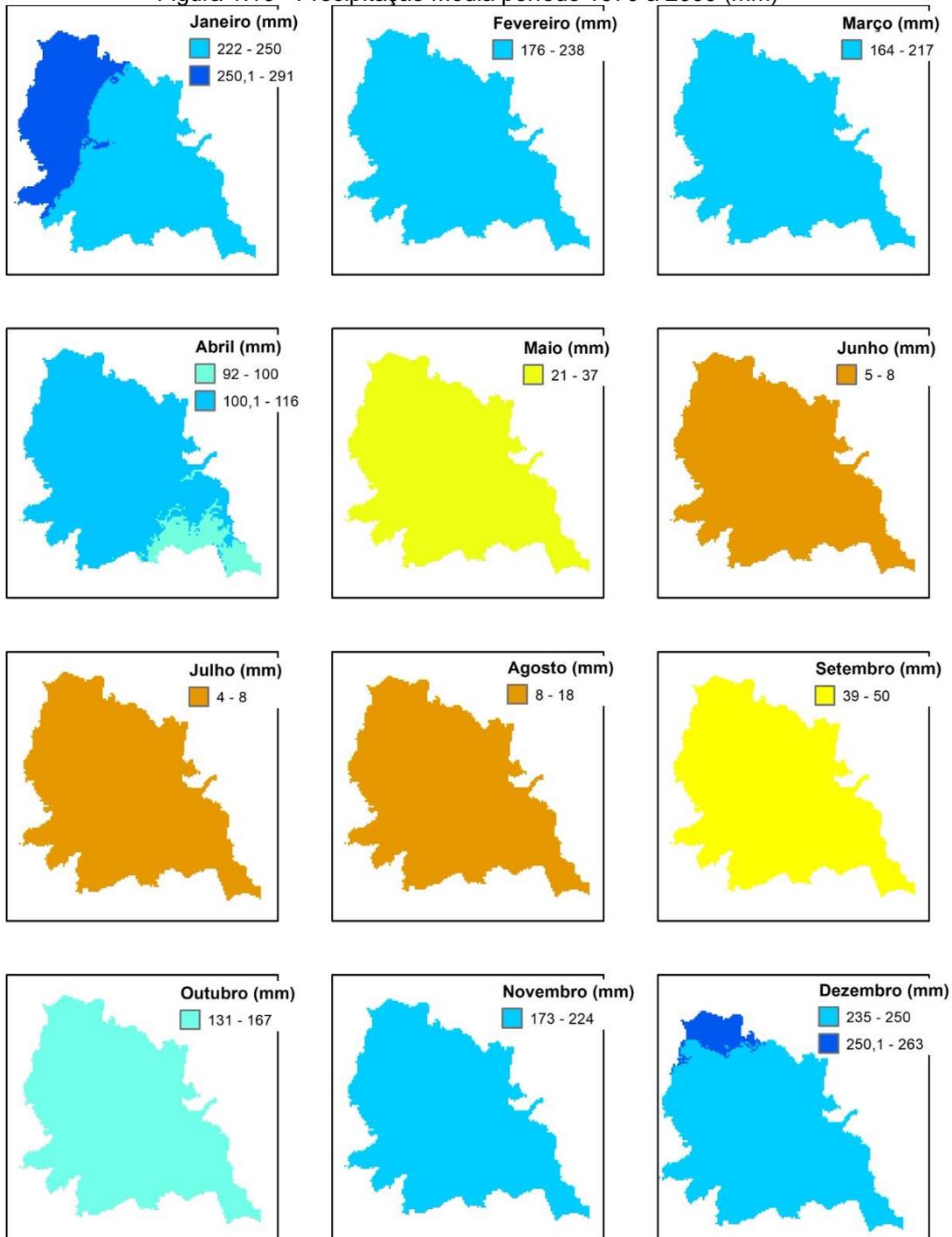


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS



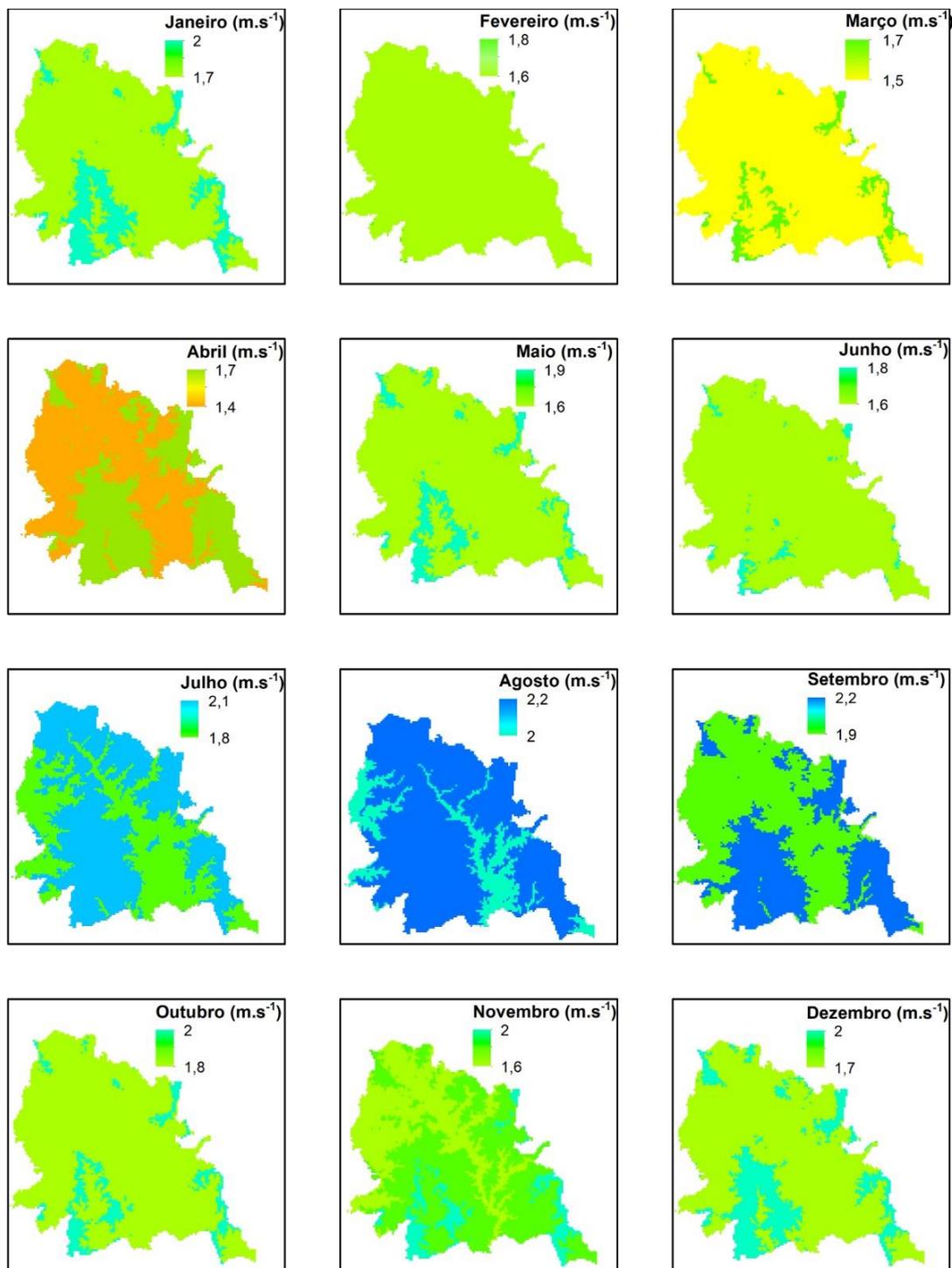
Fonte: Fick; Hijmans, 2017. Adaptado por Nilson C. Ferreira.

Figura 1.10 - Precipitação Média período 1970 a 2000 (mm)



Fonte: Fick; Hijmans, 2017. Adaptado por Nilson C. Ferreira.

Figura 1.11 - Velocidade Média dos Ventos (m/s) – período 1970-2000



Fonte: Fick; Hijmans, 2017. Adaptado por Nilson C. Ferreira.

1.4 VULNERABILIDADE AMBIENTAL

O processo de erosão laminar é um dos principais fatores que devem ser considerados dentro do estudo de recursos hídricos, pois a ocorrência de erosões laminares, além de comprometer a produtividade das atividades agropecuárias do espaço rural da RMG, ainda impacta diretamente na vida dos cursos d'água. As erosões resultam no aumento de sedimentos carregados para esses cursos e ainda podem alterar a qualidade de tais corpos de água. Portanto, analisar as condições de vulnerabilidade ambiental torna-se fundamental na sua prevenção.

Para a elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental da Região Metropolitana de Goiânia, foi necessário realizar a preparação dos dados de entrada.

Destaca-se que o primeiro dado tratado foi a altimetria armazenada em estrutura matricial. Na RMG, os municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia e Senador Canedo possuem mapas altimétricos com qualidade cartográfica classe A, de acordo com as normas da cartografia nacional (Nazareno; Ferreira; Macedo, 2007). Para outros municípios que integram a Região Metropolitana de Goiânia, foram utilizados dados da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com 30 metros de detalhamento espacial. De posse desses dados, deu-se início ao processo de compatibilização de todos os dados altimétricos. No caso dos dados altimétricos dos municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia e Senador Canedo, obtidos por processos de mapeamento aerofotogramétricos, com detalhamentos espaciais de 1 a 5 metros, os dados foram interpolados para 10 metros, o mesmo aconteceu com os dados SRTM dos outros municípios da Região Metropolitana de Goiânia.

Com a disponibilização dos dados SRTM, observados com detalhamento de 30 metros, surgiu a oportunidade e possibilidade de produzir um dado interpolado com detalhamento espacial de 10 metros, para a Região Metropolitana de Goiânia, da mesma forma que foi executado pelo projeto Topodata/INPE. Para isso, inicialmente, os dados de Goiânia, Aparecida de Goiânia, Senador Canedo e da RMG foram compatibilizados para a mesma projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM), no fuso 22, hemisfério Sul e Sistema de Referências Geocêntricas das Américas (SIRGAS-2000). Em seguida, os dados SRTM de

Goiânia, Aparecida de Goiânia e Senador Canedo, foram substituídos pelos dados altimétricos aerofotogramétricos, com melhor detalhamento espacial.

Em seguida, todos os dados foram interpolados novamente, com a resolução espacial 10 metros, considerando a rede de drenagem detalhada, obtida por meio de vetorização manual, apoiada por imagens do satélite RapidEye. A interpolação altimétrica, considerando adequadamente a rede de drenagem, propicia a produção de Modelos Digitais de Elevação Hidrologicamente Consistentes (MDEHC) (Ribeiro; Ferreira, 2014).

A altimetria da Região Metropolitana de Goiânia para o Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Goiânia foi gerada a partir da integração entre dados SRTM e dados aerofotogramétricos e posteriormente interpolados pelo método ANUDEM, para um modelo digital de elevação hidrologicamente consistente, com detalhamento espacial de 10 metros. Para validação do MDEHC da Região Metropolitana de Goiânia, foram utilizados 74 pontos altimétricos, mensurados em campo pelo IBGE e disponíveis no SIEG.

De posse do MDEHC, foi possível obter outros dados para o mapeamento da vulnerabilidade ambiental da RMG, tal como o mapeamento do índice de umidade topográfico, que apresenta os locais onde o relevo mais retém umidade, conforme a forma do relevo, podendo essas áreas serem de recarga hídrica ou áreas úmidas e de inundação (Qin *et al.*, 2009).

O cálculo do índice de umidade topográfico (Figura 1.12) é obtido a partir de operações matemáticas entre o mapa de acumulação de fluxo e o mapa de declividade em graus (Eq. 1), sendo esses dois mapas obtidos a partir do mapa altimétrico (modelo digital de terrenos).

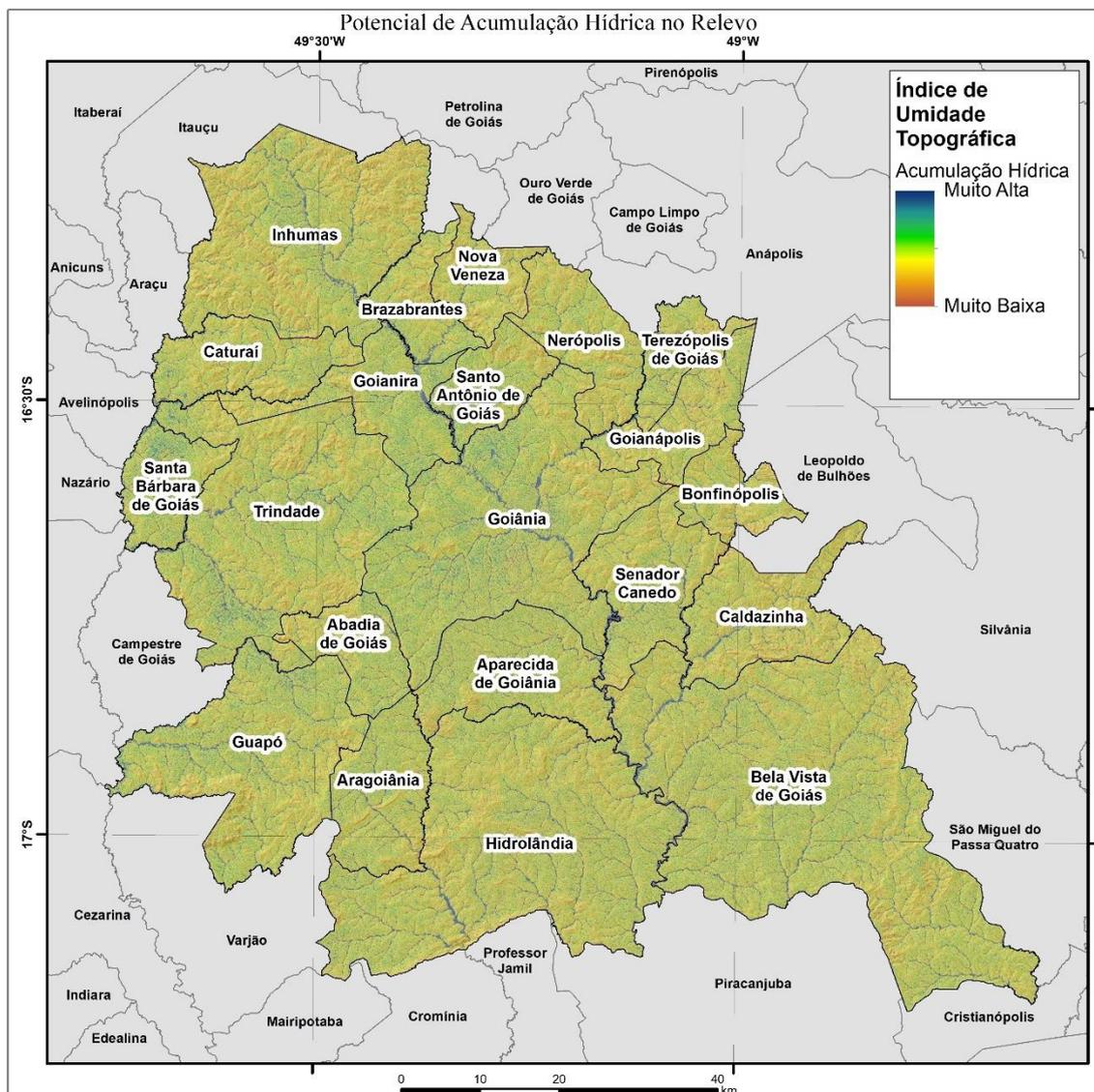
$$CTI = \text{Ln} (a/\tan B) \quad (1)$$

onde: Ln é superfície de interesse, “a” é o mapa de acumulação de fluxo (em m²) e “B” o mapa de declividade.

O mapa de solos da Região Metropolitana de Goiânia foi também utilizado, como variável de grande importância no mapeamento da vulnerabilidade ambiental da RMG, bem como o lençol freático superficial (aquífero livre).

O mapeamento foi refinado a partir de relações estabelecidas entre as classes expressas na legenda original (Latosolos, Cambissolos, Argissolos, Neossolos Litólicos e Gleissolos) e parâmetros geomorfométricos obtidos a partir do modelo digital de elevação. Foram extraídos dados referentes à declividade do terreno, tipos de curvatura, posição na vertente, índices relativos à influência da topografia sobre a umidade dos solos (*Topographic Wetness Index*) e a deposição de sedimentos na paisagem (*Multiresolution Valley Bottom Flatness*). A delimitação dos polígonos referentes aos tipos de solos foi obtida por meio do agrupamento pertencente a formas de relevo homogêneas.

Figura 1.12 - Índice de Umidade Topográfica



Fonte: SIEG, 2017. Elaboração: Nilson F. Clementino.

O lençol freático (Figura 1.13) foi estimado a partir do nível estático observado em poços tubulares profundos localizados na Região Metropolitana de Goiânia, catalogados na base de dados SGM/SIC e disponibilizados pelo portal de dados do Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG). A esses dados, foram acrescentados 50 pontos aleatórios gerados a partir da hidrografia extraída de um modelo digital de terreno.

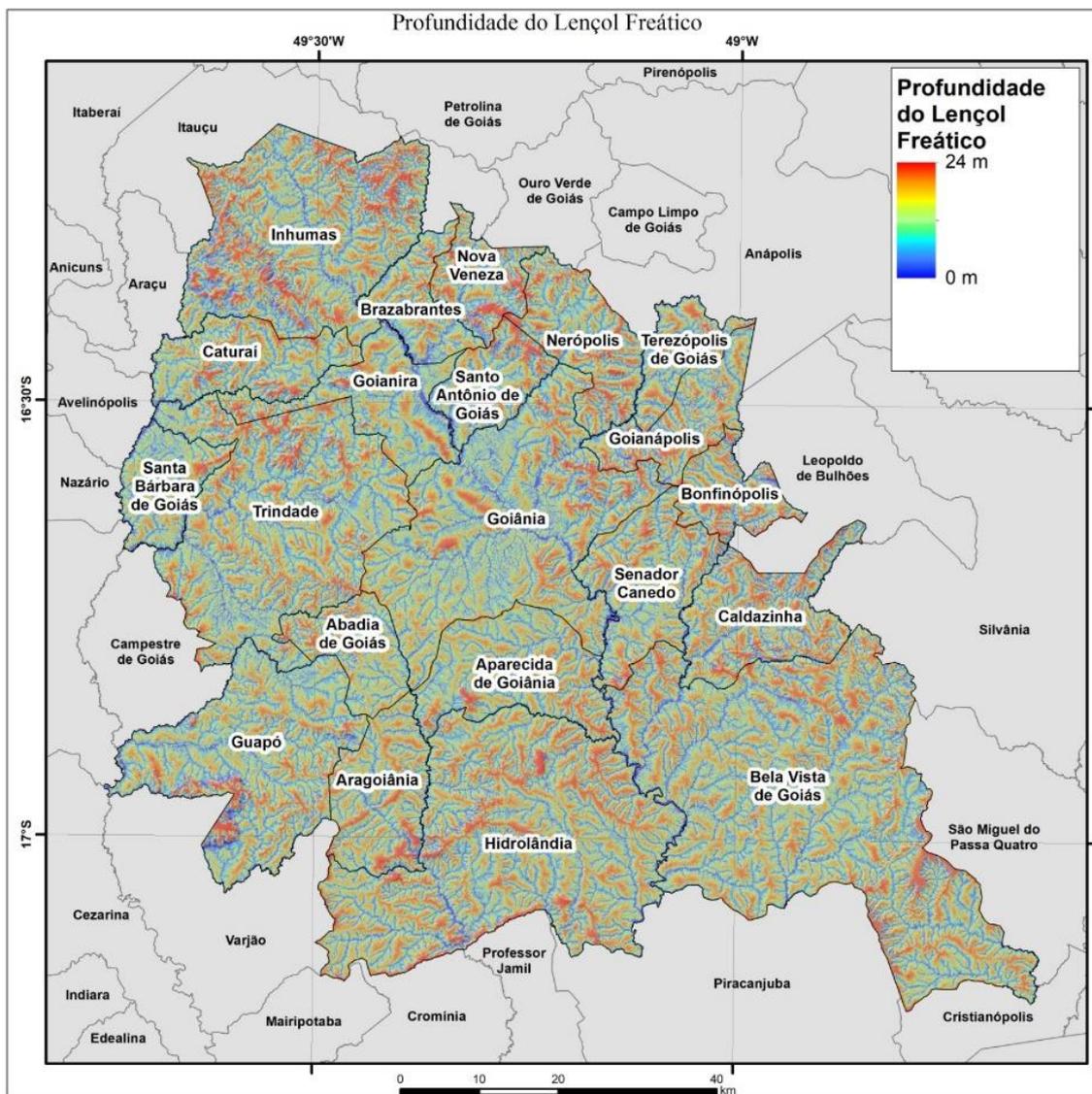
A partir desses dados e tendo como premissa que o nível do freático é influenciado pelo relevo (Chung, 2012), aplicou-se uma regressão linear múltipla com cinco variáveis independentes extraídas com base nos dados do MDEHC.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS



Figura 1.13 - Profundidade do Lençol Freático



Fonte: SIEG, 2017. Elaboração: Nilson F. Clementino.

Em seguida, foi elaborado o mapa de potencial erosivo. Para isso utilizou-se a Equação Universal de Perda de Solos (EUPS), proposta por Wischmeier e Smith (1978) (Eq. 2).

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (2)$$

onde: A = estimativa da perda média anual de solo ($\text{ton ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$); R = erosividade da precipitação e da enxurrada ($\text{MJ mm ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$); K = fator de erodibilidade do solo ($\text{ton ha MJ}^{-1}\text{mm}^{-1}$); LS = comprimento de rampa (adimensional); C = fator de cobertura e manejo da cultura no local (adimensional); P = fator de prática agrícola utilizada (adimensional).

O valor da Erosividade da Precipitação (R) foi calculado utilizando registros contínuos da série histórica de precipitação pluviométrica (milímetros por dia) disponibilizada pelo satélite da *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM), o qual é satisfatório com relação ao grau de confiabilidade (Nobrega *et al.*, 2008) e apresenta-se aplicável em estudos direcionados para fins hidrológicos, principalmente no Brasil (Collischon *et al.*, 2007; Nóbrega *et al.*, 2008). A erosividade é obtida a partir da aplicação da Eq. 3. e Eq. 4.

$$R = \sum_{i=1}^{12} EI_{30i} \quad (3)$$

$$EI_{30i} = 67,3555 \left(\frac{r^2}{P} \right)^{0,85} \quad (4)$$

onde: EI_{30} é a média mensal do índice de erosividade; r é a média mensal da precipitação; P é a média anual da precipitação; i é o índice de meses; e R é a erosividade.

Os valores de erodibilidade do solo K foram obtidos por meio de dados da literatura propostos por Silva e Álvares (2005), conforme o Quadro 1.1. Os autores realizaram uma compilação de informações de diversos trabalhos científicos para a estruturação de um banco de dados e determinação dos valores médios (médias aritméticas) de erodibilidade para cada classe de solo.

Quadro 1.1 - Valores de Erodibilidade para classes de solo

Grandes Grupos de Solos	Erodibilidade em (ton h MJ⁻¹ mm⁻¹)
Argissolos	0,01990
Cambissolos	0,0182
Gleissolo	0,0279
Latossolo	0,0043
Neossolos	0,0127

Fonte: Silva e Álvares (2005).

O fator comprimento de rampa (LS) foi determinado a partir do processamento dos dados altimétricos da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com detalhamento espacial de 30 metros e interpolado para o município de Terezópolis para 10 metros, a partir do mapa da rede de drenagem detalhada. Posteriormente, trabalhou-se com o modelo proposto por Moore e Burch (1986),

utilizado por Shiferaw (2011) e Silva (2014) para a estimativa do fator LS da EUPS, com a fórmula apresentada na Eq. 5.

$$LS = \left(\frac{\text{fluxo acumulado} \times \text{tamanho da célula}}{22,13} \right)^{0,4} \times \left(\frac{\text{sen(declividade)}}{0,0896} \right)^{1,3} \quad (5)$$

Para a determinação do uso e ocupação do solo nas bacias, foi elaborado um mapa de uso do solo, a partir da classificação de imagens de alta resolução espacial, obtidas pelo satélite RapidEye.

Em seguida, foi aplicada a metodologia proposta por Baptista (2003), na qual são correlacionadas as classes de uso e ocupação de solo com as variáveis C e P integradas, tornando-se CP. Nessa integração foi adotado 1 para o valor constante de P (práticas conservacionistas), por ser a pior situação quanto às perdas de solo em função das práticas conservacionistas (Valle Junior, 2008).

A partir da interpretação visual do mapa de uso e ocupação do solo foi possível correlacionar os valores das classes identificadas com os valores predeterminados na metodologia adotada por Baptista (2003) (Quadro 1.2).

Quadro 1.2 - Valores de CP para classes de uso e ocupação do solo

Uso e ocupação do solo	CP
Espaço urbano consolidado	0,0
Agricultura	0,12
Pastagem	0,055
Cerrado	0,0007
Floresta Estacional	0,00004
Banco de Areia	1

Fonte: Baptista (2003).

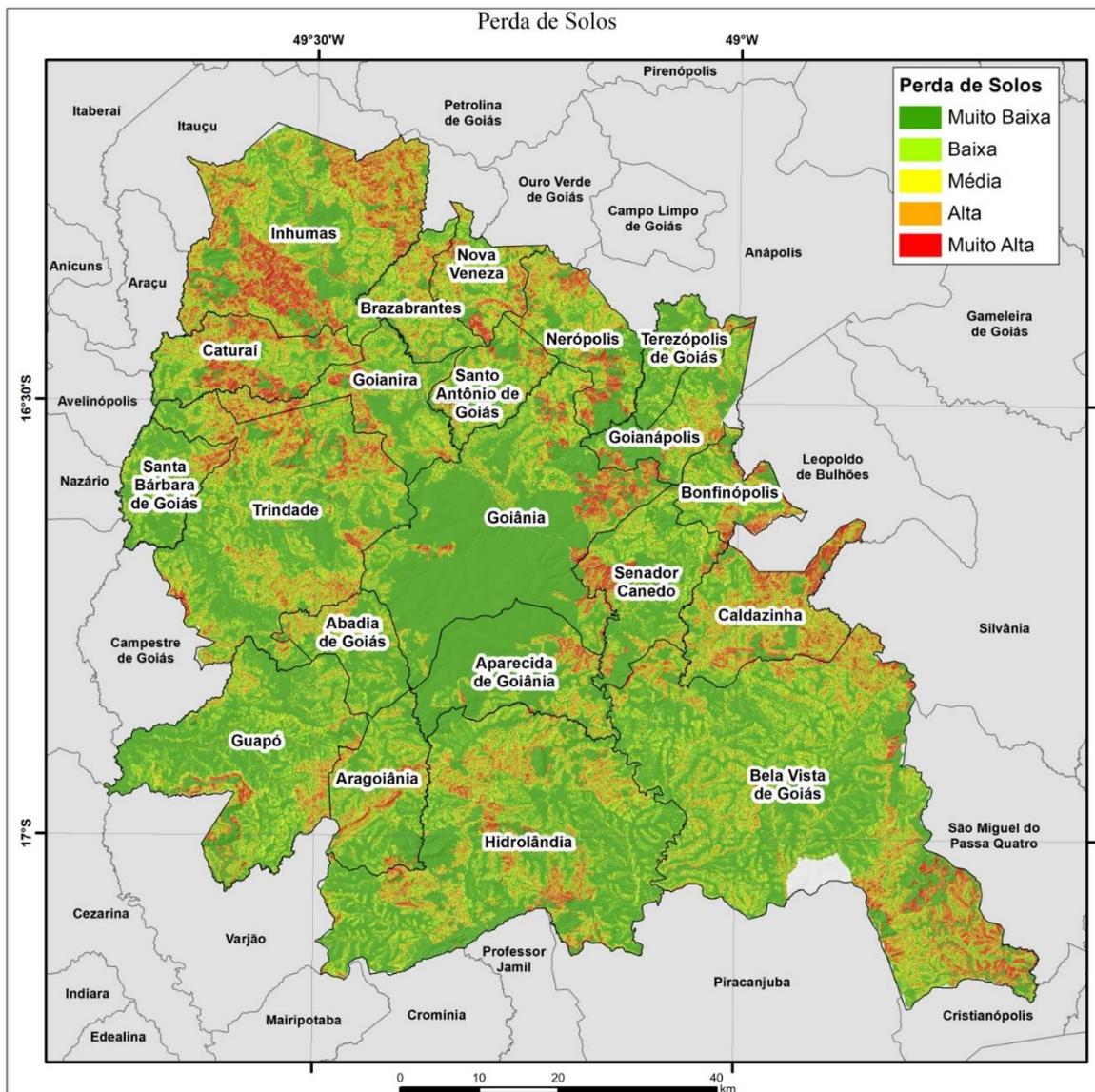
Todos os termos da equação universal da perda de solos, anteriormente descritos, foram mapeados para toda a área geográfica da RMG, sendo, portanto, produzidos um mapa de erosividade (fator R), um mapa de erodibilidade dos solos (fator K), um mapa de comprimento de rampa (fator LS) e um mapa de classes de uso e ocupação do solo, combinado com práticas conservacionistas (fator CP). Esses mapas foram armazenados digitalmente em estrutura matricial, com resolução espacial de 10 metros. Em seguida, por meio de ferramentas computacionais de álgebra de mapas, realizou-se a multiplicação de todos os termos da EUPS.

Foi então obtido o mapa de perda de solo para a RMG, no qual cada célula tem um valor de perda de solo, por hectare por ano, calculado, conforme se pode observar na Figura 1.14.

Finalmente, deu-se início ao mapeamento da vulnerabilidade ambiental da Região Metropolitana de Goiânia, categorizando os mapas de potencialidade erosiva, índice de umidade topográfica, profundidade do lençol freático e declividade do relevo, em cinco classes, sendo elas: muito alta vulnerabilidade, alta vulnerabilidade, média vulnerabilidade, baixa vulnerabilidade e muito baixa vulnerabilidade.

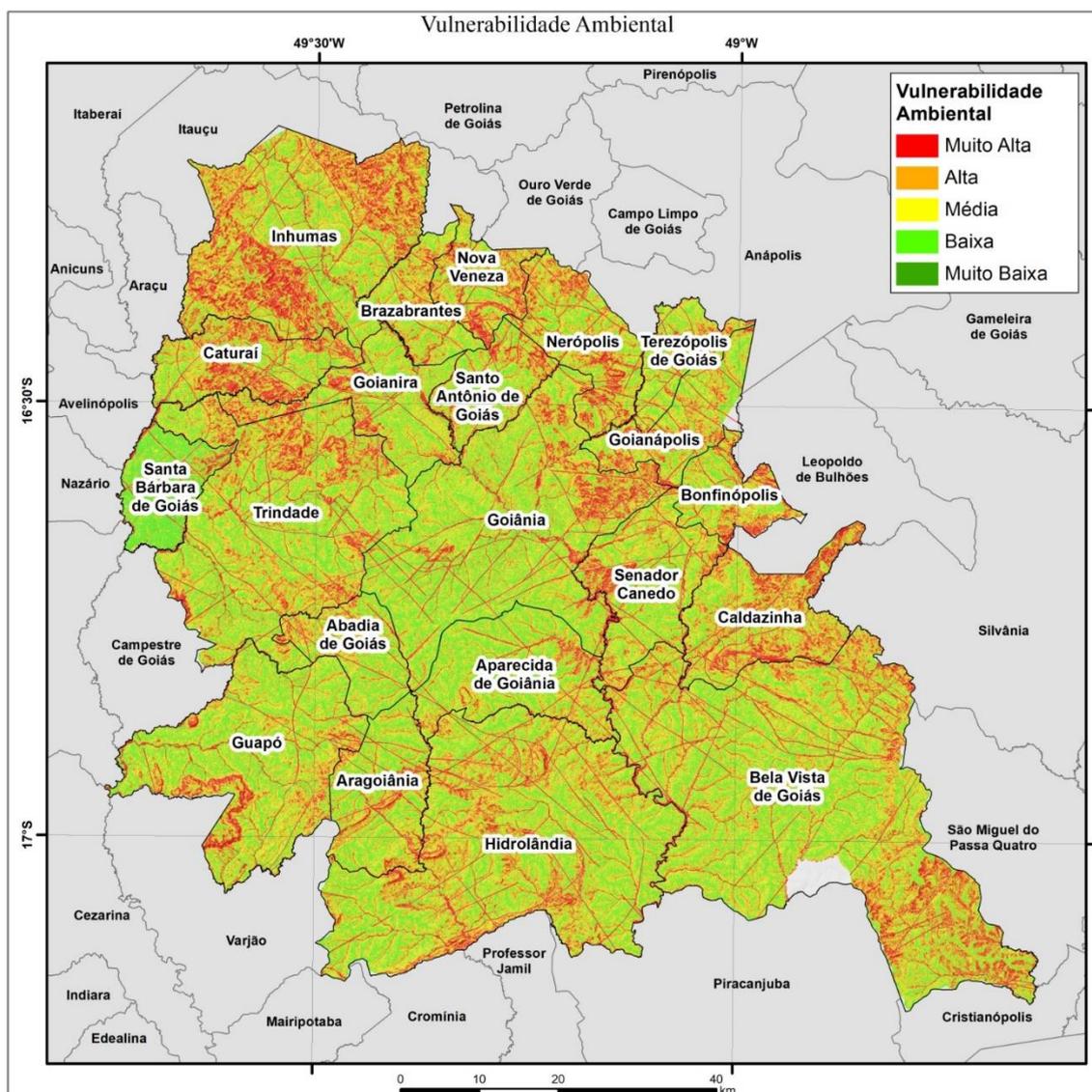
Os quatro mapas foram topologicamente combinados e reclassificados, chegando-se ao mapa de vulnerabilidade ambiental da Região Metropolitana de Goiânia (Figura 1.15).

Figura 1.14 - Estimativa de perda de solos



Fonte: SIEG, 2017. Elaboração: Nilson F. Clementino.

Figura 1.15 - Vulnerabilidade Ambiental da RMG



Fonte: SIEG, 2017. Elaboração: Nilson F. Clementino.

1.5 DIRETRIZES

Diagnóstico	Prognóstico	Diretrizes
As áreas de maior vulnerabilidade ambiental da RMG encontram-se na porção Norte, ao longo dos cursos d'água e na porção sul do município de Bela Vista.	As áreas de vulnerabilidade ambiental devem possuir diretrizes de uso e ocupação do solo visando a sua proteção e inibição de processos de degradação ou erosivos.	Indicar uso e ocupação compatíveis com a proteção das áreas de maior vulnerabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

- BAPTISTA, G. M. M. **Diagnóstico ambiental de erosão laminar: Modelo Geotecnológico e aplicação**. Brasília, DF: Editora Universal. 2003. 140p.
- CHUNG J.; ROGER J. Interpolations of groundwater table elevation in dissected uplands. **Ground Water**, v. 50, n. 4, 2002.
- COLLISCHONN, B.; ALLASIA, D.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C.E.M. Desempenho do satélite TRMM na estimativa de precipitação sobre a bacia do Paraguai superior. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 59/01, 2007.
- FÜSSEL, H. M. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. **Global Environmental Change**, v. 17, n. 2, p. 155-167, 2007.
- MOORE, I. D.; BURCH, G. L. Modeling erosion and deposition: topographic effects. **Transaction of the ASAE**, v. 20, n. 6, p. 1624–1630, 1986.
- NAZARENO, N. R. X.; FERREIRA, N. C.; MACEDO, F. C. Avaliação da Exatidão Cartográfica da Ortofoto Digital do Município de Goiânia - GO. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA E V COLÓQUIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS, 2007, Presidente Prudente - SP. **Anais [...]**. Presidente Prudente - SP: UNESP - Departamento de Engenharia Cartográfica, 2007. v. 1. p. 1-8.
- NOBREGA, R.S. *et al.*, Análise da Estimativa de Precipitação do TRMM em uma Sub-bacia da Amazônia Ocidental. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 25, n. 1, jan./abr. 2008.
- QIN, C. Z. *et al.* An approach to computing topographic wetness index based on maximum downslope gradient. **Precision Agriculture**, v. 12, n. 1, p. 32–43, 22 dez. 2009.
- RIBEIRO, H. J.; FERREIRA, N. C. Análise comparativa de redes hidrológicas geradas a partir de superfícies hidrologicamente consistentes. **Boletim de Ciências Geodésicas**, 12 dez. 2014. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/bcg/article/view/38950>. Acesso em: 11 out. 2016.
- SHIFERAW, A. Estimating soil loss rates for soil conservation planning in the Borena Woreda of South Wollo Highlands, Ethiopia. **Journal of Sustainable Development in Africa**, v. 13, n. 3, 2011.
- SILVA, A.M.; ALVARES, C.A. Levantamento de informações e estruturação de um banco dados sobre a erodibilidade de classes de solos no estado de São Paulo. **Geociências**, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2005.
- SILVA, S. C.; NISHIMURA, P. Y.; PADIAL, P. R.; MARIANI, C. F.; CARLOS, V. M.; POMPEO, M. L. M. Compartimentalização e qualidade da água: o caso da Represa Billings. **Ecologia e Meio Ambiente**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 31-43, jan./jun. 2014.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS



VALLE JUNIOR, R. F. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do Rio Uberaba.** Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008.

WISCHMEIER, W.H; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses - A guide to conservation planning.** U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook, n. 537, Washington, 1978.

2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Manuel Eduardo Ferreira, doutor em Ciências Ambientais. Contato: manuel@ufg.br

João Vitor Silva Costa, mestre em Ciências Ambientais. Contato: joavsc17@gmail.com

Victória Vasconcelos, mestre em Ciências Ambientais. Contato: vickserovi@gmail.com

Daniela Vasconcelos de Oliveira, mestre em Agronegócio. Contato: danielavasconcelos.agro@gmail.com

Ana Paula Frazão, mestre em Geografia. Contato: anapaulafrazao123@gmail.com

Amanda Rosa Falcão, graduada em Ciências Ambientais. Contato: amandarflc@gmail.com

Gabriella Santos Arruda de Lima, mestre em Geografia. Contato: gabriella.arruda.lima@gmail.com

2.1 INTRODUÇÃO

A RMG possui um uso do solo bastante diversificado, embora as classes predominantes sejam: pastagem (~36%), vegetação nativa (~32%) e agricultura (~22%). Denota-se aqui o crescimento da mancha urbana ao longo das últimas cinco décadas, reflexo de um intenso processo de urbanização, representando em 2023 cerca de 8,7% dessa região.

Nesta seção são apresentados os dados referentes ao ano de 2023 para os temas uso do solo, mancha urbana e supressão da vegetação, obtidos pela equipe de pesquisadores vinculada ao Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG do Instituto de Estudos Socioambientais (IESA).

2.2 USO DO SOLO

Na atualização do mapa de uso do solo para a RMG, agora incluindo o município de Santa Bárbara de Goiás, o primeiro passo foi gerar amostras espectrais (ou amostras de pixels) para as classes temáticas selecionadas para o projeto, distribuídas aleatoriamente sobre imagens de satélites temporais. Dessa forma, a equipe responsável por esta etapa pode indicar o uso mais correto possível

para cada amostra temática, distribuídas nos mosaicos de imagens (i.e., cenas de satélites reunidas no mapeamento da RMG). As amostras foram geradas a partir da análise das classificações do projeto MapBiomás (coleção 8, ano 2023). Por exemplo, para o ano 2023, analisaram-se dez anos anteriores, pixel a pixel, para identificar quais pixels se mantiveram estáveis nesse período, ou seja, classificados igualmente em todos os anos abrangidos pelo MapBiomás (1985 a 2023). Na sequência, foi utilizada a máscara de pixels estáveis para extrair as amostras de mapeamento para geração do mapa atual.

Visando facilitar a validação dos pontos, tarefa dividida para todos os membros da equipe, foram criadas 93 grades de análise, com área aproximada de 11.841 hectares cada. As amostras estáveis foram geradas de forma estratificada, com no mínimo 5 pontos para cada classe presente na respectiva grade. Em cada grade, houve pelo menos 55 pontos, indicando o número da classe e seu nome.

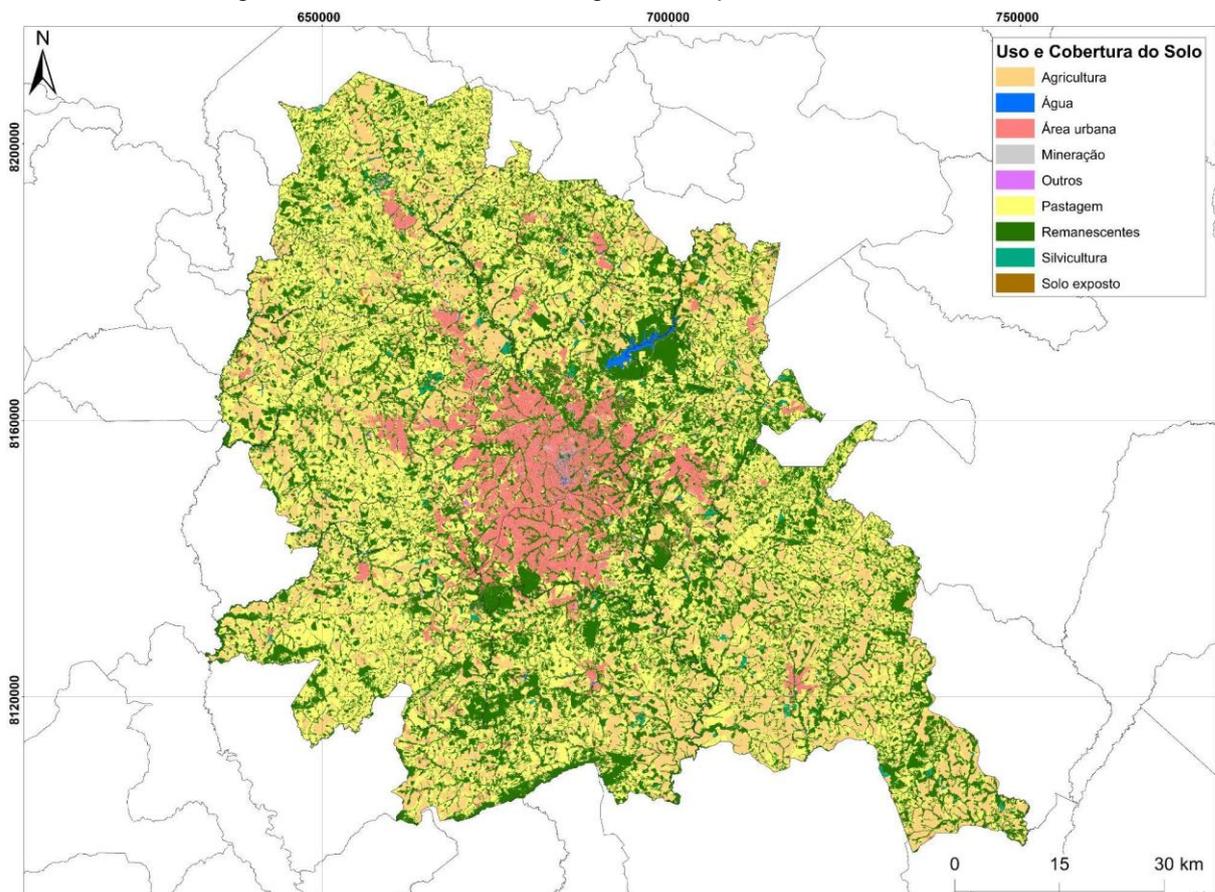
Com as amostras revisadas pela equipe, foi possível unir os pontos em um único arquivo vetorial, para ser utilizado posteriormente na classificação supervisionada na plataforma *Google Earth Engine*. O método escolhido para classificação foi o *Random Forest*, por ter a habilidade de lidar com um grande número de áreas e variáveis, e que apresentem feições com resposta espectral similar. Além disso, esse algoritmo emprega conceitos de inteligência artificial, facilitando o aprendizado de máquina e a escolha do melhor mapa possível.

Para a classificação nessa fase preliminar, foram consideradas todas as imagens disponíveis para o respectivo ano mapeado, por exemplo, ano de 2023. Das amostras, 70% foram usadas para a classificação e 30% para validação, calculando-se métricas como o índice Kappa, acurácia geral, acurácia do produtor e acurácia do consumidor (isto é, um índice de acerto das amostras em função do que foi classificado, além da estimativa do erro da classificação, seja pela falta – omissão, ou pelo excesso – comissão de uma determinada classe). Foram utilizadas as imagens/bandas espectrais dos satélites Landsat (30 metros de resolução espacial) e Sentinel (10 e 20 metros de resolução espacial), além de bandas produzidas com índices de vegetação (ex. NDVI) e modelos de elevação/declividade (baseado no modelo de relevo NASA/SRTM). Com essas informações organizadas em formato de bandas (ou *stack*), foram extraídas as estatísticas de valor máximo,

mínimo, média e percentis para cada banda empregada no processamento, subsidiando o treinamento do classificador *Random Forest*.

O mapa de uso do solo do ano 2023 é apresentado na Figura 2.1, com as respectivas classes temáticas selecionadas neste projeto. Ele se encontra em processo de revisão, podendo até o término do projeto incorporar ajustes na distribuição de área e porcentagem das classes temáticas. Além do processo de amostragem e validação realizados por esta equipe, também será utilizada a classificação do uso do solo da RMG feita em 2016, com imagens do satélite RapidEye (5 metros de resolução espacial), para favorecer a acurácia desse processo. As manchas urbanas mapeadas em processo independente também estão sendo incorporadas na metodologia/script computacional, como uma banda a mais na classificação, para aumentar a precisão das classes locais dentro das manchas urbanas (ex. vegetação, água, etc.).

Figura 2.1 – Uso da terra na Região Metropolitana de Goiânia, 2023.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Finalmente, deu-se início ao mapeamento da vulnerabilidade ambiental da Região Metropolitana de Goiânia, categorizando os mapas de potencialidade erosiva, índice de umidade topográfica, profundidade do lençol freático e declividade do relevo, em cinco classes: muito alta vulnerabilidade, alta vulnerabilidade, média vulnerabilidade, baixa vulnerabilidade e muito baixa vulnerabilidade.

Os quatro mapas foram topologicamente combinados e reclassificados, chegando-se ao mapa de vulnerabilidade ambiental da Região Metropolitana de Goiânia (Figura 1.152.1), que apresenta a relação de área para cada classe de cobertura e uso do solo na RMG, referente ao ano de 2023. Após a revisão desse mapa, e, também, da elaboração da classificação para as demais datas abrangidas neste projeto, o cálculo de área será feito individualmente para cada município.

Tabela 2.1. Relação de área e porcentagem referente à cada classe de cobertura e uso do solo para a RMG, referente ao ano de 2023

Classe	Área 2023 (ha)	%	Classe	Área 2023 (ha)	%
Agricultura	150.421,91	20,11%	Pastagem	273.908,85	36,61%
Água	4.622,95	0,62%	Remanescente	245.585,19	32,83%
Área urbana	65.370,42	8,74%	Silvicultura	4.050,65	0,54%
Mineração	1.511,31	0,2%	Solo exposto	1.962,22	0,26%
Outros	659,24	0,09%			

Fonte: Elaborado pelos autores.

Enquanto a classificação do uso do solo em 2023 foi baseada nos mosaicos de imagens do satélite Sentinel 2A, devido à sua maior resolução espacial (10 metros), a classificação dos demais anos (1985, 1995, 2005 e 2015) seguirá a mesma metodologia, porém com mosaicos de imagens do satélite Landsat.

2.3 CRESCIMENTO DA MANCHA URBANA

O mapeamento da mancha urbana considerou o levantamento espectral de áreas urbanizadas, ou seja, aquelas denotadamente antropizadas, contendo elementos característicos do meio urbano, sejam construções e/ou sistema viário adensados. Importante lembrar que a mancha urbana nem sempre coincide com o perímetro urbano, uma vez que este é dado por uma linha imaginária e seu traçado

é determinado por meio de lei municipal. Muitas vezes, o perímetro urbano pode incluir áreas de baixa densidade ou em processo de urbanização, destinadas à expansão urbana futura.

Neste documento, a mancha urbana foi mapeada a partir de mosaicos de imagens da coleção Landsat, para os anos de 1985, 1995, 2005 e 2015. Para o ano de 2023, foi utilizado um mosaico de imagens do satélite Sentinel 2A. Os mapeamentos foram iniciados com o ano de 1985, de forma que as novas áreas foram vetorizadas e incorporadas nos anos seguintes. As manchas urbanas podem ser observadas na Figura 2.2, bem como o processo de expansão ao longo do período proposto. Já a Tabela 2.2 traz o cálculo de área das manchas urbanas dos municípios da RMG. É possível perceber que entre 2015 e 2023, considerando a inclusão de Santa Bárbara de Goiás, a mancha urbana da RMG teve significativo crescimento, da ordem de 28,4% (o equivalente a 208,9 km²).

Figura 2.2 – Dinâmica da expansão urbana na Região Metropolitana de Goiânia (1985-2023). Fonte: Elaborado pelos autores.

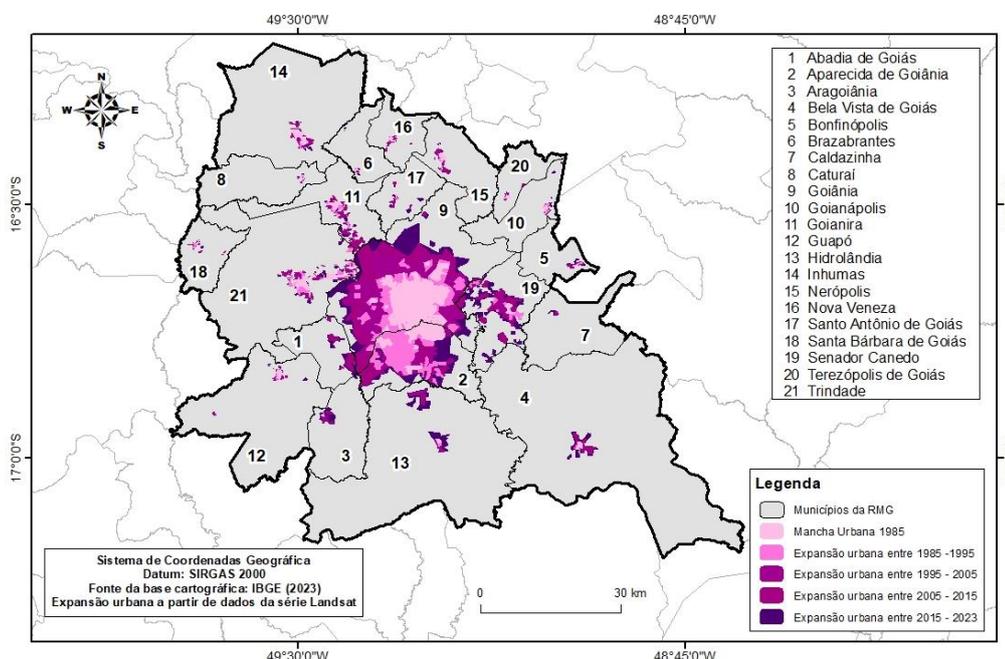


Tabela 2.2 - Relação do cálculo de área (km²) da mancha urbana dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Goiânia

Município	1985	1995	2005	2015	2023
-----------	------	------	------	------	------

Abadia de Goiás	0,2	0,2	0,5	9,4	16,7
Aparecida de Goiânia	35,0	106,4	125,0	153,2	191,2
Aragoiânia	0,4	0,5	0,5	3,1	9,1
Bela Vista de Goiás	1,9	2,2	3,5	8,3	15,9
Bonfinópolis	0,3	0,8	1,5	2,3	4,0
Brazabrantes	0,3	0,6	0,8	1,0	1,5
Caldazinha	0,0	0,0	0,1	0,7	1,5
Caturai	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3
Goiânia	127,1	192,2	314,6	409,1	492,4
Goianópolis	0,9	1,7	1,9	3,3	4,0
Goianira	3,2	6,0	7,7	21,8	25,2
Guapó	2,3	2,8	3,8	4,8	6,2
Hidrolândia	0,9	1,6	4,7	8,1	25,1
Inhumas	6,3	6,6	10,0	12,2	13,8
Nerópolis	2,1	2,5	4,3	6,7	7,2
Nova Veneza	1,0	1,1	1,7	3,1	3,3
Santo Antônio de Goiás	0,1	0,5	0,8	3,0	5,4
Santa Bárbara de Goiás	0,4	0,9	1,3	2,3	2,7
Senador Canedo	2,9	9,8	16,1	43,3	72,3
Terezópolis de Goiás	0,9	1,0	1,6	1,9	2,0
Trindade	11,2	21,0	25,9	34,7	41,5
Total	197,8	359	527,1	733,4	942,3

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.4 SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO

Uma análise histórica sobre a supressão da vegetação na RMG ainda está em fase de elaboração. Esse fato se deve à adoção de novos métodos e dados de satélites para a elaboração do mapa de uso do solo, o que pode representar uma redução ou aumento da área de remanescentes, quando comparamos o mapeamento do projeto na fase 1 (2017) com a fase atual (2023).

Para tanto, nossa equipe está refazendo os mapas de uso do solo para os anos de 1985, 1995, 2005 e 2015, de forma a garantir um padrão metodológico e maior controle neste diagnóstico da supressão histórica na RMG.

2.5 DIRETRIZES

Diagnóstico	Prognóstico	Diretrizes
-------------	-------------	------------

<p>A RMG possui um uso da terra bastante diversificado, embora as classes predominantes sejam: pastagem (~36%), vegetação nativa (~32%) e agricultura (~22%).</p>	<p>Uso da terra diversificado indicando potencialidades para o desenvolvimento urbano e de produção agropecuária em escalas pequena e média.</p>	<p>Potencializar ações de valorização da produção alimentar no contexto da agricultura urbana e periurbana.</p>
<p>Analisando o período entre 2015 e 2023, e considerando a inclusão de Santa Bárbara de Goiás, a mancha urbana da RMG teve significativo crescimento, da ordem de 28,4% (o equivalente a 208,9 km²).</p>	<p>Crescimento da mancha urbana diferenciado do perímetro urbano. Identificação de possíveis vetores de crescimento na forma de concentração de manchas urbanas.</p>	<p>Monitorar os usos urbanos que impactam os limites municipais, principalmente em áreas de conurbação urbana e naquelas que se sobrepõem às fontes de captação de água destinadas ao consumo humano.</p> <p>Pactuar ações de interesse comum nas áreas de proteção dos mananciais de captação de água.</p>

REFERÊNCIAS

MAPBIOMAS. 2023. **Projeto MapBiomias** – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org> Acesso em: 2 mar.2024

3 ÁREAS VERDES E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Katia Alcione Kopp, doutora em Ciências Ambientais. Contato: kakopp@ufg.br

Fabyane Soares dos Santos, graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Goiás – Escola de Engenharia Civil e Ambiental. Contato: fabyanesoares@discente.ufg.br

3.1 INTRODUÇÃO

O Estatuto da Metrópole (Brasil, 2015) define que a governança interfederativa das regiões metropolitanas e das aglomerações urbanas respeitará alguns princípios, dentre eles, a prevalência do interesse comum sobre o local e a busca do desenvolvimento sustentável. Em se tratando da Região Metropolitana de Goiânia (RMG) esses dois princípios merecem destaque quando se trata de áreas protegidas ou unidades de conservação.

A Região Metropolitana de Goiânia, assim como outras regiões metropolitanas no Brasil, apresenta desafios muito grandes quanto à proteção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, pois é uma região muito heterogênea, mas que concentra a maior parte da população goiana (cerca de 36% da população do estado de Goiás). Ademais, embora o uso da terra seja diversificado na RMG, a porcentagem de cobertura composta por vegetação nativa, incluindo as áreas de preservação permanente (APPs), não chegava a 25% no ano de 2022 (MapBiomias, 2022).

Dessa forma, a grande concentração populacional, associada ao baixo estado de conservação da vegetação nativa, pode levar a problemas ambientais, tais como, escassez hídrica, perda dos serviços ecossistêmicos, inundações recorrentes nas cidades, dentre outros, que podem ser ainda mais agravados ante as mudanças climáticas. Diante dessa problemática, preservar os remanescentes de vegetação nativa e/ou restaurar as áreas degradadas se torna um assunto urgente, pois essas áreas apresentam funções ecossistêmicas importantes.

Um dos principais mecanismos de conservação da vegetação nativa são as unidades de conservação ou áreas protegidas. A conservação de áreas com

características naturais relevantes é fundamental para sustentar o equilíbrio da esfera, assegurando a proteção e a preservação das espécies nativas, sejam elas residentes ou migratórias, tanto da fauna quanto da flora, que são características específicas de cada bioma. Segundo Tozzo (2014), essas áreas são de extrema importância, desempenhando um papel crucial na preservação contínua e na manutenção dos biomas e ecossistemas ao longo de seu desenvolvimento histórico.

Além disso, as unidades de conservação desempenham um papel primordial na conservação dos recursos hídricos, pois muitas dessas áreas protegem as nascentes e cursos d'água, sendo fundamentais para a persistência dos ecossistemas aquáticos e para assegurar a disponibilidade de água doce. O estabelecimento de unidades de conservação contribui diretamente para a proteção e a gestão sustentável dos recursos hídricos, garantindo que esses ecossistemas continuem a desempenhar seu papel vital na manutenção da qualidade e da quantidade de água em nossos ambientes naturais.

De fato, estudos têm mostrado o papel crucial que as áreas protegidas desempenham na preservação da biodiversidade da água doce e podem contribuir significativamente para a segurança hídrica necessária à sobrevivência humana (Harrison *et al.*, 2016). Bastin *et al.* (2019) conduziram uma análise global inicial sobre corpos d'água superficiais continentais localizados em áreas protegidas, abrangendo o período de 1984 a 2015. A conclusão aponta que apenas 15% dos corpos d'água superficiais em todo o mundo estão inseridos em áreas protegidas que têm seus limites devidamente mapeados. Os autores também concluem que dadas as pressões sobre a água em um mundo em rápida mudança, é necessário um planejamento integrado da gestão dos recursos hídricos, envolvendo múltiplos setores e bacias hidrográficas inteiras. Na RMG, algumas unidades de conservação (veja item 3) também têm como primordial objetivo proteger os recursos hídricos, demonstrando, mais uma vez, a importância dessas áreas para a manutenção de ecossistemas vitais e para a qualidade de vida da população local.

Além das unidades de conservação, as áreas verdes também são importantes no contexto urbano. A presença de áreas verdes nas cidades desempenha um papel fundamental na determinação da qualidade de vida da população. Esses locais exercem influência direta no clima local, na pureza do ar, na redução de níveis de

ruído e na beleza da paisagem urbana. Os ambientes naturais, como parques, praças, canteiros e áreas de vegetação, exercem funções cruciais que destacam sua importância. Portanto, segundo Japyassú e Brescovit (2006), ao se cuidar da arborização, das vias públicas e áreas ajardinadas na cidade, assim como dos espaços como parques, praças e refúgios para a vida selvagem, está se tratando diretamente das estruturas fundamentais que compõem a própria essência da cidade.

Os parques urbanos, que se enquadram como um dos tipos de áreas verdes, são considerados espaços ideais para atividades de lazer e prática de exercícios físicos. Por conseguinte, organizações internacionais têm dedicado atenção especial à construção e renovação dessas áreas, as quais fomentam e estimulam um estilo de vida ativo (Librett *et al.*, 2007).

Nesse contexto, a presença dessas áreas verdes e das unidades de conservação também desempenha um papel crucial na mitigação dos impactos das mudanças climáticas, ajudando a reduzir o efeito das ilhas de calor urbanas, promovendo a infiltração da água no solo e contribuindo para a conservação da biodiversidade local. Além disso, essas áreas representam importantes corredores ecológicos, permitindo a conectividade entre fragmentos de habitats e facilitando o fluxo gênico das espécies, o que é essencial para a manutenção da diversidade biológica e a adaptação das populações às mudanças ambientais.

Em suma, as áreas verdes e unidades de conservação da região metropolitana de Goiânia cumprem um papel multifuncional, promovendo a conservação da biodiversidade, proporcionando benefícios socioambientais e contribuindo para a construção de uma cidade mais sustentável e resiliente às mudanças ambientais globais.

No entanto, apesar da vital importância das unidades de conservação e das áreas verdes urbanas, esses espaços continuam a ser subvalorizados em muitos contextos. A conservação da natureza e o planejamento urbano costumam receber menos atenção do que outras demandas, o que pode resultar na ocupação desordenada do espaço e na degradação dessas áreas. Além disso, a falta de investimento em manutenção, vigilância e educação ambiental reduz a eficácia desses espaços na promoção da biodiversidade e na melhoria da qualidade de vida

urbana. É crucial reconhecer a importância dessas áreas e implementar políticas que assegurem sua preservação e uso sustentável, garantindo benefícios tanto para o meio ambiente quanto para as comunidades urbanas.

No presente texto, será apresentado um panorama sobre o estado atual das unidades de conservação e áreas verdes da RMG, discutindo, dentre outros temas, a importância dos parques urbanos, a presença das áreas protegidas dentro da RMG, a relevância dos parques lineares urbanos e as diretrizes propostas para as áreas verdes e unidades de conservação na RMG.

3.2 PARQUES URBANOS - IMPORTÂNCIA SOCIOAMBIENTAL

O ambiente urbano é o resultado da interação dos fatores socioeconômicos, biológicos e ambientais, no qual o meio criado pelo homem se sobrepõe ao meio físico, o que resulta em profundas mudanças sobre este e na qualidade de vida dos seres (Lombardo, 1990).

As áreas verdes, conforme a Resolução Conama nº 369/2006, são definidas como espaços públicos que desempenham funções ecológicas, paisagísticas e recreativas, melhorando a qualidade estética, funcional e ambiental das cidades.

Dotadas de vegetação e espaços livres de impermeabilização, essas áreas exercem um papel significativo no equilíbrio ambiental e na qualidade de vida das áreas urbanas. Elas influenciam o clima, a qualidade do ar, os níveis de ruído e a paisagem urbana.

Essas áreas podem ser encontradas em praças, parques urbanos, unidades de conservação urbana, canteiros centrais, parques fluviais, parques balneários, jardins botânicos, jardins zoológicos, entre outros.

Relativamente a Goiânia, a cidade possui inúmeras áreas verdes e mais de 30 parques, superando significativamente a recomendação da ONU de 12 metros quadrados de área verde por habitante (Goiânia, 2024). Segundo levantamento realizado pela AMMA, é a capital brasileira com o maior número de árvores plantadas em vias públicas do país com cerca de 950 mil árvores (AMMA, 2024). Ainda segundo a AMMA, Goiânia possui também o maior número de metros quadrados de áreas verdes por habitantes no Brasil, sendo 94 m² por habitante. Os

Parques Flamboyant e Vaca Brava fazem jus à importância dessas áreas para o bem-estar da população.

Situado no bairro Jardim Goiás, na região sudeste de Goiânia, o Parque Flamboyant ocupa uma extensão de 130.000 m². A concepção dessa área verde foi planejada desde a aprovação do parcelamento do mencionado bairro por meio do Decreto nº 18, datado de 22 de setembro de 1950. Contudo, o parque só foi efetivamente inaugurado em 15 de setembro de 2007 (Streglio, 2012). Guimarães (2010) chegou à conclusão, em sua pesquisa sobre a influência dos parques urbanos no planejamento e desenvolvimento das cidades, de que 65% dos entrevistados utilizavam o Parque Flamboyant para momentos de lazer, 25%, para a prática esportiva, principalmente corrida, e 10% para atividades associadas ao comércio. Assim, a maioria dos habitantes opta por frequentar o parque como local para relaxamento, encontros e passeios com amigos, entre outras atividades. Essas indicações evidenciam que o Parque Flamboyant se configura como um espaço dedicado ao lazer e à interação social.

Já o Parque Vaca Brava está situado na parte sul de Goiânia, em uma região nobre, delimitado pelas avenidas T-3, T-5, T-10, T-15 e T-66, no alto do Setor Bueno, fazendo divisa com o Jardim América e posicionado em frente ao Goiânia Shopping. No interior do parque, nasce o córrego de mesmo nome, abrangendo uma área de 77.760 m², ou 7,76 hectares. Sua inauguração ocorreu no Dia da Árvore, em 21 de setembro de 1996, conforme relatado por Peres (2009).

Junior e Mendes (2016) realizaram uma pesquisa acerca do Parque Vaca Brava em que analisaram os parâmetros de qualidade da água, temperatura do ar e valorização imobiliária do seu entorno. Ao fim da pesquisa concluíram que ele se destaca como um dos relevantes espaços verdes em Goiás, desempenhando um papel fundamental na preservação da qualidade ambiental no contexto urbano.

Nesse cenário, sua influência se manifesta através da regulação térmica e de umidade, atuando como uma barreira eficaz contra os ventos intensos, contribuindo potencialmente para a redução de CO₂ e purificação do ar. Além disso, os autores também concluíram que a criação e manutenção do Parque Vaca Brava trazem benefícios significativos, como aprimoramento da qualidade de vida dos

frequentadores em aspectos físicos, mentais, sociais e educativos, além de impulsionar a valorização imobiliária na região onde está situado.

Em razão disso, conclui-se a importância para a qualidade de vida dos moradores, recreação e conservação da natureza, com base nos dois exemplos utilizados dos parques do município de Goiânia.

3.3 ÁREAS PROTEGIDAS DA RMG

No Brasil, a partir da promulgação da Lei nº 9.985, em 2000, instituiu-se o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que concebe as UCs como espaços territoriais abrangendo seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, caracterizados por suas relevantes peculiaridades naturais.

O SNUC classifica as áreas em dois modos distintos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. O primeiro conjunto possui cinco categorias, regidas por normas rigorosas e focalizadas primordialmente na pesquisa e preservação da biodiversidade. Já o segundo grupo apresenta sete categorias que são mais direcionadas para visitação, atividades educativas e aproveitamento sustentável de seus recursos.

Na Região Metropolitana de Goiânia, 11 unidades de conservação protegem a biodiversidade em áreas remanescentes do Cerrado. Das 11 unidades, nove foram incluídas no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC). No entanto, a situação referente aos instrumentos de gestão das UCs é preocupante, uma vez que apenas quatro possuem planos de manejo publicados e somente três delas contam com conselho gestor. Além disso, é importante observar que as UCs estão concentradas em número e em área na região nordeste da RMG (Quadro 3.1, Figura 3.1).

Dentre as UCs de proteção integral que fazem parte da categoria de Parques Estaduais, a RMG possui: o Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco (PEAMP), o Parque Estadual do João Leite (PEJoL) e o Parque Estadual Telma Ortegale (PETO). O PEAMP e o PEJoL formam uma área contínua composta principalmente por floresta estacional semidecidual e matas de galeria e demonstram, mais uma vez, a importância das áreas florestais nativas para a proteção dos recursos

hídricos, já que protegem o reservatório do João Leite, importante manancial de abastecimento de Goiânia e de cidades da região metropolitana.

Já entre as UCs de uso sustentável, a RMG dispõe de três Áreas de Proteção Ambiental (APA) denominadas APA João Leite e que circunda o PEAMP e PEJoL, a APA Serra das Areias e a APA Fazenda Primavera. A RMG também conta com a presença de cinco Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) (Quadro 3.1).

A APA Serra das Areias, criada pela Lei Municipal nº 3.275/2015, localiza-se no município de Aparecida de Goiânia e possui importante zona de mananciais responsável pelo abastecimento de água de parte significativa da população daquele município (Mattos; Mattos, 2015).

A APA Fazenda Primavera está localizada no município de Santa Bárbara de Goiás e foi criada pelo Decreto nº 206/2018. A APA Primavera possui uma área aproximada de 2.120 ha e está situada na bacia hidrográfica do rio dos Bois, próximo à APA Serra da Jiboia, localizada nos municípios de Palmeiras de Goiás e Nazário.

Quadro 3.1 - Unidades de conservação (UCs) presentes na RMG. Legenda: APA = Área de Proteção Ambiental; PE = Parque Estadual; RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural. CNUC = Cadastro Nacional de Unidades de Conservação.

Nome da UC	Municípios da RMG abrangidos	Órgão Gestor	Categoria de Manejo	Grupo	Bioma	Área (ha)	Cadastrada no CNUC	Plano de manejo	Conselho Gestor
<i>Esfera administrativa municipal</i>									
APA Serra das Areias	Aparecida de Goiânia	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Aparecida de Goiânia (SEMMA/APG)	Área de Proteção Ambiental	Uso sustentável	Cerrado	3965	não	sim ¹	sem informação
APA Fazenda Primavera	Santa Bárbara de Goiás	Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Santa Bárbara (SMMASB)	Área de Proteção Ambiental	Uso Sustentável	Cerrado	2120,22	sim	sem informação	sem informação
<i>Esfera administrativa estadual</i>									
PE Altamiro de Moura Pacheco	Goianápolis, Goiânia, Nerópolis, Terezópolis de Goiás	SEMAD/GO	Parque Estadual	Proteção Integral	Cerrado	2132	sim	sim	sim

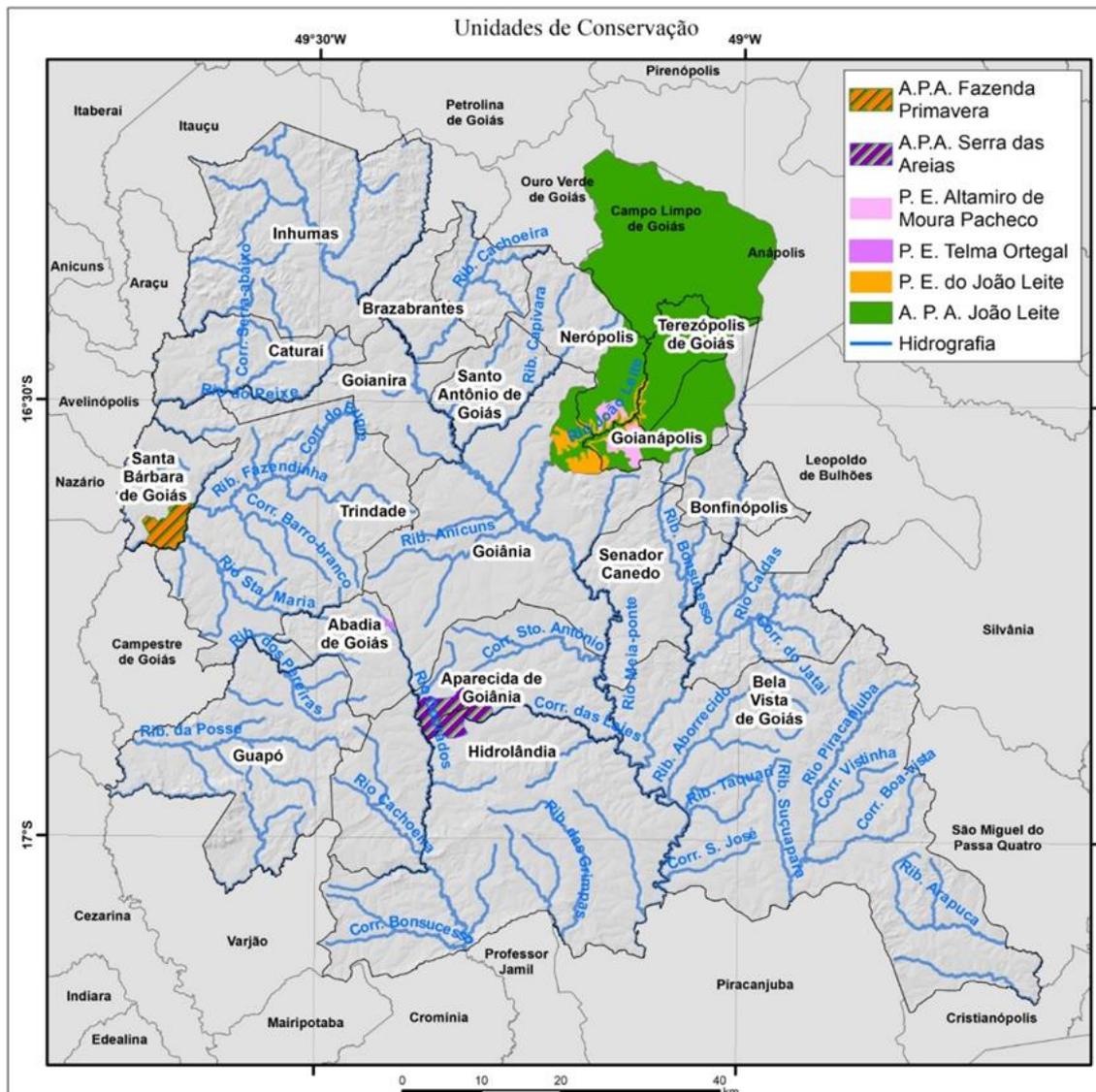
¹A APA Serra das Areias é relatada em alguns artigos e no sítio da prefeitura de Aparecida de Goiânia como possuindo plano de manejo. Uma notícia publicada em maio de 2017 (<https://www.aparecida.go.gov.br/finalizado-o-plano-de-manejo-da-serra-das-areias/>) diz que o plano de manejo da APA foi finalizado. No entanto, ele não foi encontrado disponibilizado ao acesso público mesmo após exaustivas buscas.

Nome da UC	Municípios da RMG abrangidos	Órgão Gestor	Categoria de Manejo	Grupo	Bioma	Área (ha)	Cadastrada no CNUC	Plano de manejo	Conselho Gestor
PE do João Leite	Goianápolis, Goiânia, Nerópolis, Terezópolis de Goiás	SEMAD/GO	Parque Estadual	Proteção integral	Cerrado	2832,28	sim	sim	sim
PE Telma Ortegal	Abadia de Goiás	SEMAD/GO	Parque Estadual	Proteção integral	Cerrado	165,96	não	em elaboração	sem informação
APA João Leite	Goianápolis, Goiânia, Nerópolis, Terezópolis de Goiás	SEMAD/GO	Área de Proteção Ambiental	Uso sustentável	Cerrado	72128	sim	sim	sim
<i>Esfera administrativa federal</i>									
RPPN Chácara Mangueiras	Goiânia	ICMBio	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso sustentável	Cerrado	17,03	sim	não	sem informação
RPPN Reserva Ambiental de Educação e Pesquisa Banana Menina	Hidrolândia	ICMBio	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso sustentável	Cerrado	65,33	sim	não	sem informação
RPPN Parque Botânico dos Kaiapós	Senador Canedo	ICMBio	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso sustentável	Cerrado	80,7	sim	não	sem informação

Nome da UC	Municípios da RMG abrangidos	Órgão Gestor	Categoria de Manejo	Grupo	Bioma	Área (ha)	Cadastrada no CNUC	Plano de manejo	Conselho Gestor
RPPN Fazenda Bom Sucesso	Goianápolis	ICMBio	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso sustentável	Cerrado	28,23	sim	não	sem informação
RPPN Fazenda Santa Branca	Terezópolis de Goiás	ICMBio	Reserva Particular do Patrimônio Natural	Uso sustentável	Cerrado	35,94	sim	não	sem informação

Fonte: SAMGe - Sistema de Análise e Monitoramento de Gestão (<http://samge.icmbio.gov.br/>) e SEMAD/GO – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (<https://www.go.gov.br/servicos-digitais/semad/consultar-cadastro-estadual-de-unidades-de-conservacao/consultar-unidades-de-conservacao>).

Figura 3.1 - Algumas unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável presentes na RMG



Fonte: Elaborado por Nilson Clementino Ferreira.

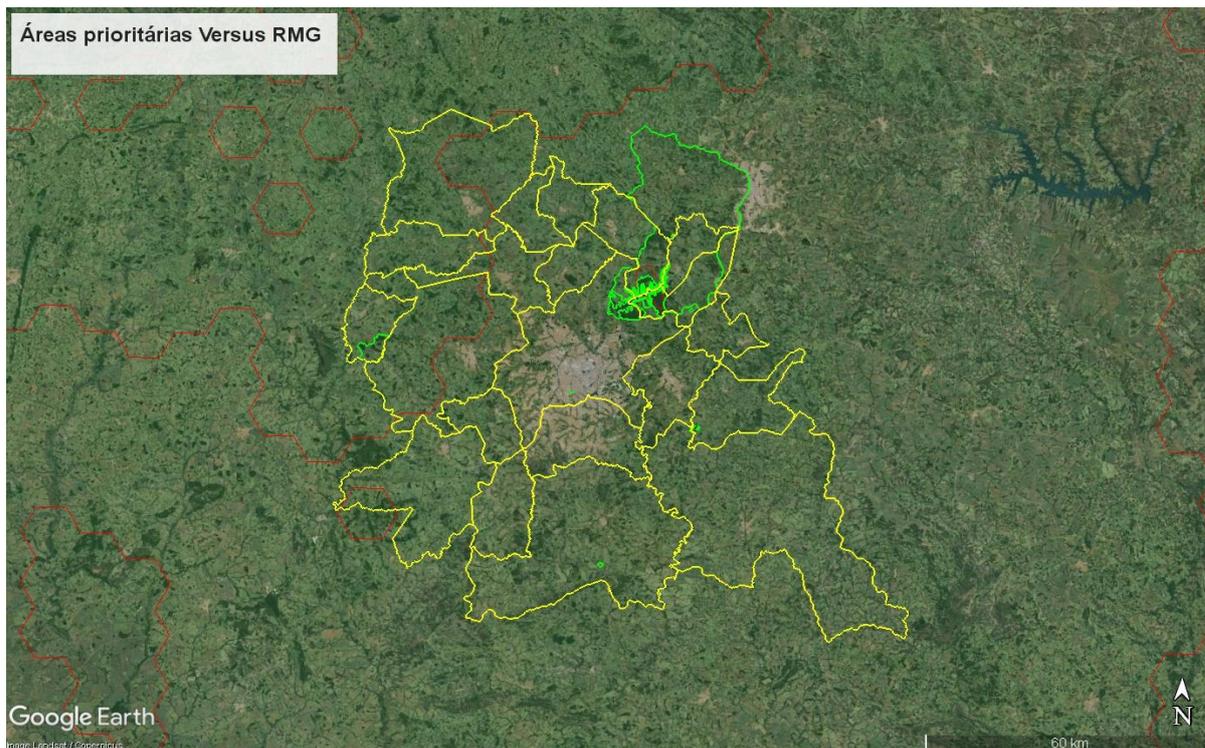
Ao analisar a cobertura da Região Metropolitana de Goiânia (RMG) por unidades de conservação, observamos que cerca de 11,2% da área é dedicada a unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável. No entanto, ao considerar especificamente as unidades de conservação de proteção integral, apenas 0,7% da RMG está coberta por esse tipo de UC. Os outros 10,5% são cobertos por UCs de uso sustentável (APAs e RPPNs).

É importante destacar também que alguns municípios da RMG se encontram dentro das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade em Goiás (Scaramuzza *et al.*, 2008) (Figura 3.2). Os municípios de Goianápolis, Nerópolis e Terezópolis de Goiás têm partes de seus territórios incluídos na Área Prioritária (AP1), considerada, segundo Scaramuzza *et al.* (2008), como possuidora de fragmentos florestais de moderada prioridade. Nessa área são recomendadas ações que visem à restauração dos fragmentos florestais.

Já os municípios de Caturai, Goiânia, Inhumas, Santa Bárbara de Goiás e Trindade têm partes de seus territórios situados na AP28. Essa área também é considerada moderadamente prioritária e segue as mesmas diretrizes da AP1.

Por sua vez, o município de Guapó possui parte do seu território na AP21, considerada altamente prioritária para a conservação, uma vez que os remanescentes presentes nessa área são considerados altamente insubstituíveis e vulneráveis, com poucos substitutos e situados em áreas densamente ocupadas, em que a necessidade de proteção é urgente devido à elevada fragmentação (Scaramuzza *et al.*, 2008). Nessa área são recomendadas a proteção e conexão dos fragmentos remanescentes e a restauração de habitats.

Figura 3.2. Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade (em verde) e os limites dos municípios da RMG (em amarelo). Fonte: Google Earth. Adaptado pelas autoras.



3.4 PARQUES LINEARES: IMPORTÂNCIA NA SUSTENTABILIDADE URBANA

Segundo Gonçalves e Nagano (2018), o parque linear é uma espécie de espaço público localizado ao longo do eixo, como rios, caminhos e entre ruas. Em diversas cidades, os parques lineares estão associados a rios e córregos.

Evidentemente, esses espaços são importantes, pois possuem diversas funções, tais como, contribuem para o aumento de áreas verdes; podem formar corredores ecológicos e dessa forma auxiliar na conservação da biodiversidade e dos recursos naturais; colaboram para a redução das ilhas de calor; favorecem uma melhor drenagem e, conseqüentemente, propiciam uma redução no risco de ocorrência de enchentes e alagamentos de áreas ribeirinhas; além disso, se tornam áreas relevantes para o desenvolvimento de atividades de lazer.

Devido ao fato de serem localizados, muitas vezes, ao longo dos mananciais, os parques lineares ficam dispostos em áreas de preservação permanente e, dessa

forma, são mecanismos úteis para evitar a ocupação irregular dessas áreas². Além disso, podem apresentar importância social, econômica e cultural dentro das cidades, pois promovem uma maior interação da sociedade entre si e com a natureza.

Nesse cenário, várias cidades no mundo têm implementado parques lineares como uma estratégia para recuperar áreas degradadas, evitar a ocupação irregular de áreas de preservação permanente, proteger a biodiversidade urbana, preservar os recursos hídricos, melhorar a qualidade de vida da população, dentre outras.

Cidades como Nova York e Atlanta, nos Estados Unidos, e Santiago, no Chile, possuem parques lineares que, além de promoverem o lazer da população urbana, ainda propiciam o resgate cultural das áreas. O Parque Domino, por exemplo, é um parque público de 2,0 ha no bairro de Williamsburg, no Brooklyn, na cidade de Nova York. Foi criado em 2018, no terreno da antiga Refinaria de Açúcar Domino, um local considerado muito importante para o crescimento e desenvolvimento de Williamsburg e de toda a orla marítima do Brooklyn. Encontra-se ao longo do East River e apresenta várias áreas para lazer e recreação da população.

Na cidade de Atlanta, o Parque Linear Olmsted é outro exemplo de área que protege a biodiversidade local enquanto traz benefícios à população que o frequenta. Possui aproximadamente 18 ha e uma floresta antiga que se estende ao longo de uma importante avenida da cidade, abrigando uma rica biodiversidade e criando um espaço de lazer e recreação para a população de Atlanta.

Já em Santiago, no Chile, o Parque de la Familia faz parte do "sistema de parques integrados de Santiago" que também incluía o Parque Florestal e o Parque de Los Reyes. Localiza-se na margem sul do rio Mapocho e possui 20 ha que quando completamente finalizado contará com diversas estruturas para uso público.

No Brasil também contamos com parques lineares, tal como o Parque Linear Tiquatira, localizado no bairro da Penha, zona leste de São Paulo. Esse é o primeiro parque linear da capital paulista, com uma área de 320 mil m² e é assim denominado devido ao córrego de mesmo nome existente dentro dele. O parque possui diversas

²Embora o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) disponha sobre a necessidade de preservação das áreas de preservação permanente (APPs), a aplicação dessa lei, na prática, dentro das cidades em locais consolidados nunca aconteceu, pois a intensa urbanização não tem deixado áreas suficientes para a preservação de acordo com a lei.

espécies de flora, incluindo muitas de árvores nativas da Mata Atlântica e vários equipamentos de uso público.

Em Goiânia podemos citar como exemplo o Parque Linear Macambira Anicuns, que foi concebido dentro de um projeto maior chamado Programa Urbano Ambiental Macambira Anicuns. Esse programa foi criado com o intuito de desenvolver uma série de intervenções para recuperação dos fundos de vale do Ribeirão Anicuns e do seu principal afluente, o Córrego Macambira, com o objetivo de proteger as planícies de inundação naturais e controlar inundações nas áreas habitadas.

Dentre essas intervenções está a criação de implantação de um parque linear com 24 km de extensão (Figura 3.3), acompanhando esses dois cursos d'água e a implementação do Parque Ambiental Urbano Macambira, com dimensão planejada de 25,5 hectares, situado na região sudoeste de Goiânia (Bairro Faiçalville), que constitui uma área de preservação ambiental, por abrigar as nascentes do córrego Macambira (Goiânia, 2024a).

Salienta-se que esses são apenas alguns exemplos de parques lineares implantados em algumas cidades. No entanto, é preciso enfatizar que o esforço de conservar e restaurar ecossistemas naturais dentro das cidades deve ser cada vez mais incentivado, uma vez que as áreas urbanas dependem de florestas saudáveis para sobreviver. As áreas verdes urbanas, como já mencionado, oferecem espaços de lazer e convivência, além de contribuírem para a manutenção de climas mais amenos e protegerem contra enchentes e deslizamentos de terra. Todos esses benefícios têm levado cidades no mundo todo a se comprometerem a restaurar e conservar suas áreas verdes como parte de uma iniciativa chamada Cities4Forests (veja <https://www.wri.org/our-work/project/cities4forests/about-cities4forests>).

Em razão da sua importância para a qualidade de vida nas cidades, a proteção das áreas verdes ajuda a cumprir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS 6 - água potável e saneamento; 11 - cidades e comunidades sustentáveis; 13 - ação contra a mudança global do clima; e 15 - vida terrestre; Figura 3.4).

No Brasil, fazem parte da iniciativa Cities4Forests as cidades de Abaetetuba, Barcarena e Belém, Pará; Belo Horizonte e Extrema, Minas Gerais; Campinas e São

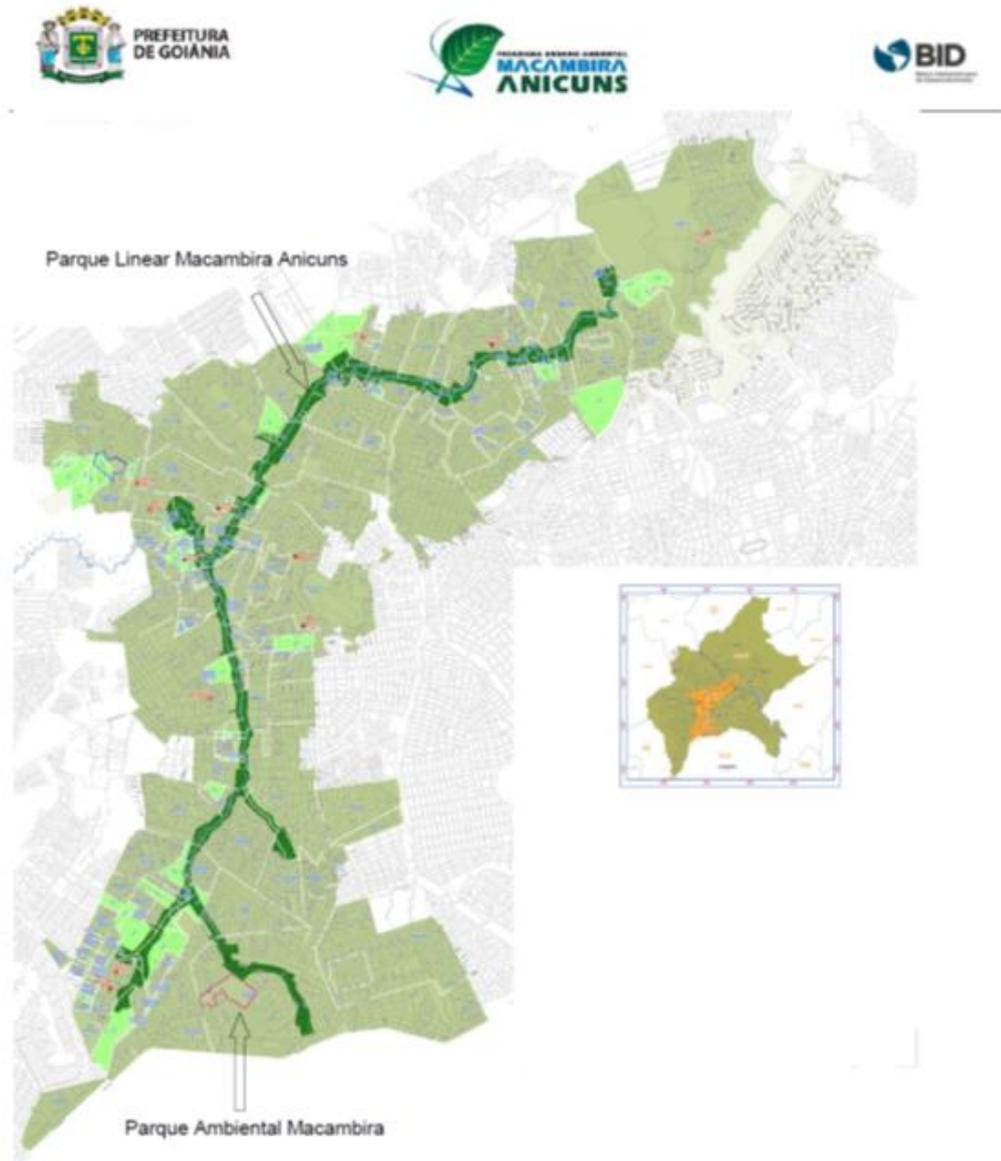


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS



Paulo, São Paulo; Macapá, Amapá; Palmas, Tocantins; Porto Velho, Rondônia; Rio Branco, Acre; Salvador, Bahia e São Luís, Maranhão.

Figura 3.3 - Mapa de abrangência do Programa Ambiental Macambira Anicuns com destaque para o Parque Linear Macambira Anicuns (em verde)



Fonte: Prefeitura de Goiânia.

Figura 4 - Importância das áreas verdes urbanas para o cumprimento dos ODS

Cities4Forests

As florestas possuem valor inestimável para as cidades e ajudam a cumprir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/como-e-por-que-cidades-devem-protoger-florestas>.

Nessa perspectiva, outro aspecto importante a ser considerado reside na urgência de conceber soluções baseadas na natureza (SBN)³ diante dos crescentes impactos das mudanças climáticas nas áreas urbanas. Essas abordagens não apenas apresentam uma relação custo-benefício favorável, mas também demonstram eficácia ao adaptar as cidades à crise climática e mitigar a recorrência

³Soluções baseadas na natureza são definidas como ações que têm por finalidade proteger, gerenciar de maneira sustentável e recuperar ecossistemas naturais ou modificados. Abordam de forma eficaz e adaptativa os desafios da sociedade, promovendo o bem-estar humano e os benefícios da biodiversidade (UICN, 2016). Exemplos de soluções baseadas na natureza incluem parques lineares, corredores ecológicos, jardins de chuva, telhados verdes, dentre outros.

de desastres. A implementação de práticas como a criação de jardins de chuva, a implantação de parques lineares, a revitalização de encostas e o fomento da agricultura urbana desempenha um papel fundamental na promoção da resiliência das cidades diante de eventos climáticos extremos, ao mesmo tempo que oferecem benefícios substanciais para a sociedade, a economia e o meio ambiente.

3.5 PROPOSTA DE CRIAÇÃO DO PARQUE LINEAR METROPOLITANO DO RIO MEIA PONTE

Na Região Metropolitana de Goiânia, uma proposta de criação de um parque linear metropolitano está em discussão.

O Parque Linear Meia Ponte, compreendido como eixo estrutural de desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica nos aspectos ambientais, sociais e econômicos, é uma iniciativa que teve como ponto de partida os estudos do engenheiro agrônomo Osmar Pires Martins Junior, Crea 3957/D-GO, e do arquiteto-urbanista Mauro Pereira de Souza, CAU A3078-3, conforme Registro de Direito Autoral nº 782, Protocolo nº 370700/2016 CAU-BR, de 13 de abril de 2016, apresentados ao Conselho de Desenvolvimento Econômico, Sustentável e Estratégico de Goiânia (Codese) e inseridos pelos empreendedores da cidade no Plano Goiânia 2033 como meta prioritária a ser realizada até o ano do centenário da capital de Goiás, em 2033 (Subsídios - Minuta de Projeto de Lei que cria o Parque Linear Meia Ponte).

Ainda segundo o documento “Subsídios - Minuta de Projeto de Lei que cria o Parque Linear Meia Ponte”:

O Parque Linear Rio Meia Ponte se caracteriza como intervenção estruturante da Rede Hídrica, em fundo de vale, mais especificamente na planície aluvial, tanto na cidade como no meio rural, por meio da qual se propõe a recuperação do solo, resultando na valorização do próprio patrimônio particular, chamando a parceria e conquistando a adesão dos envolvidos.

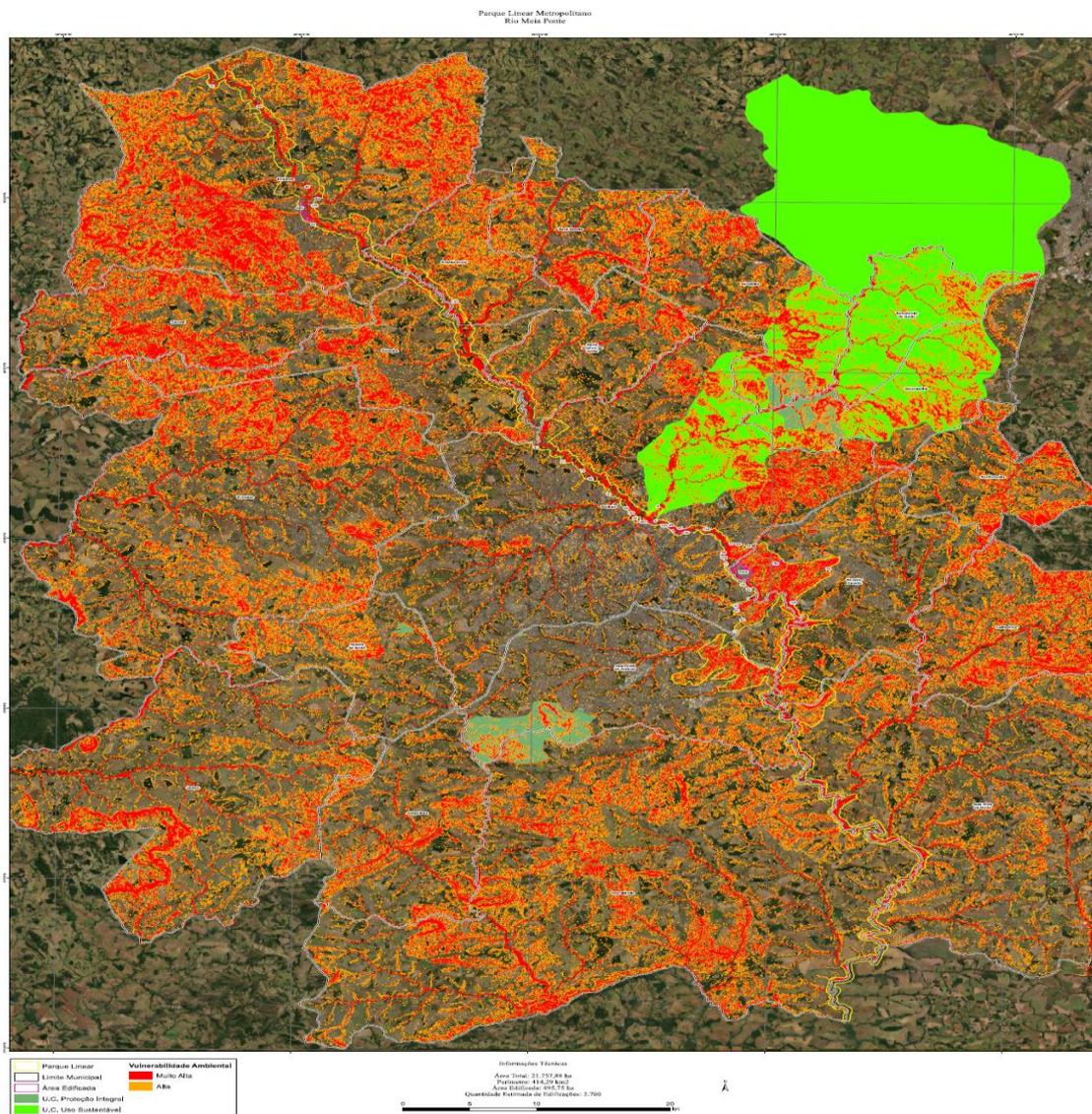
Ainda de acordo com esse documento, são objetivos do parque linear:

- I - Proteger ou recuperar os ecossistemas lindeiros aos cursos e corpos d'água;
- II - Conectar áreas verdes e espaços livres de um modo geral;
- III - Prover áreas verdes para o lazer, melhorar a sociabilização e contribuir para a identificação sociocultural da comunidade abrangida;
- IV - Ampliar as áreas verdes, promover a recomposição paisagística e a recuperação de áreas degradadas;
- V - Formar corredores verdes ou de migração da fauna;
- VI - Controlar enchentes, aumentar a permeabilização do solo com maior infiltração da água da chuva, a redução do escoamento superficial (*runoff*), a diminuição das enxurradas e da erosão do solo.

O processo de criação do parque está em discussão na Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad/GO).

Embora ainda esteja em discussão, já há uma proposta de possível área para o parque que compreenderia todo o trecho do rio Meia Ponte, que drena os 21 municípios da RMG (Figura 3.5).

Figura 3.5 - Proposta de área para o Parque Linear Metropolitano do Meia Ponte (em amarelo)



Fonte: Elaborado por Nilson Clementino Ferreira.

3.6 DIRETRIZES PARA A RMG QUANTO ÀS ÁREAS VERDES E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Considerando o que foi abordado no texto e, levando em consideração a importância que as áreas verdes e unidades de conservação possuem para o bem-estar da população e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos na RMG, no Quadro 3.2 são elencados o diagnóstico, o prognóstico e as diretrizes propostas para essas áreas.

Quadro 3.2 - Quadro síntese das áreas verdes de unidades de conservação da RMG, com diagnóstico, prognóstico e diretrizes para essas áreas

Diagnóstico	Prognóstico	Diretrizes
Onze unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável presentes na RMG	Atuar na proteção da biodiversidade, dos recursos hídricos e promoção do desenvolvimento sustentável na RMG	Aumentar o número de UCs na RMG
Quatro UCs com plano de manejo	Atuar na conservação, melhoria da gestão e proteção da biodiversidade	Fomentar a elaboração dos planos de manejo das UCs
Três UCs com Conselho Gestor	Atuar na conservação, melhoria da gestão e proteção da biodiversidade	Incentivar a criação de Conselhos Gestores das UCs
11,2% da área da RMG coberta por UCs, sendo 0,7% por UCs de Proteção Integral e 10,5% por UCs de uso sustentável	Fortalecer a gestão das UCs e fomentar ações para o desenvolvimento de ações de conservação ambiental nas UCs	Promover a criação de UCs de proteção integral
UCs concentradas em número e em área na região nordeste da RMG	Aumentar a representatividade de ecossistemas e proteção de elementos da biodiversidade que não estão protegidos de forma eficiente	Ampliar a rede de UCs e restaurar áreas de preservação permanente, criando uma área de conectividade dos municípios da RMG
Nenhum município da RMG incluído na iniciativa Cities4Forests	Atuar na proteção dos remanescentes florestais, incluindo áreas de preservação permanente	Incentivar os municípios a fazerem parte da iniciativa Cities4Forests

Apenas um município da RMG possui parques lineares

Atuar na preservação e ampliação de corredores verdes na RMG, na melhoria da qualidade ambiental e na promoção da saúde e bem-estar da população urbana da RMG

Estimular os municípios da RMG a criarem parques urbanos lineares

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE - AMMA. **Apresentação**. Disponível em:

<https://www.goiania.go.gov.br/shtml/amma/apresentacao.shtml#:~:text=Segundo%20levantamento%20realizado%20pela%20Amma,sendo%2094%20m%C2%B2%20por%20habitante>. Acesso em: 05 fev. 2024.

BASTIN, L. *et al.* Inland surface waters in protected areas globally: Current coverage and 30-year trends. **PLOS ONE**, v. 14, n. 1, p. e0210496, 17 jan. 2019.

BRASIL. Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. Institui o Estatuto da MetrÓpole, altera a Lei n 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Brasília:

Diário Oficial da União. 2015a. Disponível em:

www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2015-2018/2015/Lei/L13089.htm Acesso em: 12 fev. 2024.

BRASIL. **Resolução Conama nº 369, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente.

BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. **Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000**. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm Acesso em: 22 nov. 2023.

GOIÂNIA. **Goiânia**: Capital verde do Brasil. Disponível em:

<https://www.goiania.go.gov.br/sobre-goiania/parques-e-bosques/>. Acesso em: 05 fev. 2024.

GOIÂNIA. **O Programa Urbano Ambiental Macambira Anicuns**. 2024a. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/shtml/puama/informacoes.shtml>. Acesso em: 05 fev. 2024.

GONÇALVES, F. M.; NAGANO, W. T. A experiência paulistana em parques lineares. **Paisag. Ambiente**: Ensaios, São Paulo, n. 42, p. 99-115, jul./dez. 2018.

GUIMARÃES, C. G. **Parques urbanos**: sua influência no planejamento e desenvolvimento das cidades. 2010. 176 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial) - Departamento de Ciências Econômicas, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2010.

HARRISON, I. J. *et al.* Protected areas and freshwater provisioning: a global assessment of freshwater provision, threats and management strategies to support human water security. **Aquatic Conservation**: Marine and Freshwater Ecosystems, v. 26, p. 103–120, 1 jun. 2016.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN. **WCC-2016-Res-069-EM, Defining nature-based solutions**, Hawaii, 2016. Disponível em: https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RES_069_EN.pdf. Acesso em: 02 jan. 2024.

JAPYASSÚ, H. F.; BRESCOVIT, A. **Biodiversidade araneológica na cidade de São Paulo**: a urbanização afeta a riqueza de espécies? 2006. 3p. Disponível em: www.ambientebrasil.com.br . Acesso em: 02 jan. 2024.

JUNIOR, L. C.; MENDES, T. A. Parques Públicos Urbanos: O Caso do Parque Vaca Brava - Goiânia (GO). **Revista Mirante**, Anápolis (GO), v. 9, n. 1, jun. 2016. ISSN 19814089. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/5153>. Acesso em: 17 jan. 2024.

LIBRETT, J.; HENDERSON, K.; GODBEY, G.; MORROW JR, J. R. An introduction to parks, recreation, and public health: Collaborative frameworks for promoting physical activity. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 4, S1-S13, 2007.

LOMBARDO, M.A. Vegetação e clima. *In*: ENCONTRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba, 1990. p. 01 –13.

MAPBIOMAS. 2022. **Projeto MapBiomias** – Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>. Acesso em: 12 jan. 2024.

MATTOS, C. R; MATTOS, C. S. **Plano de Manejo da Unidade de Conservação-UC Serra das Areias**. O processo de construção, Aparecida de Goiânia, 2015.

PERES, M. L. C. **Imaginário, Paisagens e Urbanização em Goiânia**: os Parques Vaca Brava e Flamboyant. 2009. 70 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Planejamento Territorial, Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2009.

SCARAMUZZA, C. A. M.; MACHADO, R. B.; RODRIGUES, S. T.; RAMOS NETO, M. B.; PINAGÉ, E. R.; DINIZ FILHO, J. A. F. Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade em Goiás. *In*: FERREIRA, L.G. (org.). **A encruzilhada socioambiental**: biodiversidade, economia e sustentabilidade no Cerrado. Goiânia, GO: Editora da Universidade Federal de Goiás, 2008.

STREGLIO, C. F. C. **Parques Urbanos de Goiânia-GO**: Dinâmica Espacial e Potencial Turístico. 2012. 96 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

TOZZO, R. A. Unidades de conservação no Brasil: uma visão conceitual, histórica e legislativa / Storage units in Brazil: a conceptual, historical and legislative vision. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 508–523, 2014. DOI: 10.22292/mas.v7i3.300. Disponível em:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS



<https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/articloe/view/300>. Acesso em: 8 dez. 2023.

Mais informações sobre alguns parques lineares e programas citados no texto:

<https://www.dominopark.com/>

<https://www.atlantaolmstedpark.org/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Parque_de_la_Familia

https://pt.wikipedia.org/wiki/Parque_Linear_Tiquatira

O Programa Urbano Ambiental Macambira Anicuns -

<https://www.goiania.go.gov.br/shtml/puama/informacoes.shtml>

4 SEGURANÇA HÍDRICA

Karla Emmanuela R. Hora, doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento.
Contato: karla_hora@ufg.br

Manuel Eduardo Ferreira, doutor em Ciências Ambientais. Contato:
manuel@ufg.br

Maurício Martines Sales, doutor em Geotecnia. Contato:
mmartines@ufg.br

Nilson Clementino Ferreira, doutor em Ciências Ambientais. Contato:
nilson.ferreira@ufg.br

Alessandro Ribeiro Filho, graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária
EECA/UFG. Contato: filho_alessandrao@discente.ufg.br

Gerson de Souza Arrais Neto, mestrando em Projeto e Cidade/FAV/UFG.
Contato: gerson.neto@discente.ufg.br

4.1 INTRODUÇÃO

A água é um direito humano fundamental e foi reconhecida como tal pela Organização das Nações Unidas por meio da resolução A/RES/64/292, da Assembleia Geral da ONU, em 2010 (United Nations, 2010) e esta temática está incorporada nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), número 6, sobre Água Potável e Saneamento (Nações Unidas Brasil, s.d.).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, determina que em situações de escassez as prioridades de uso da água são para abastecimento humano e dessedentação animal. Esse dispositivo legal estabelece uma hierarquia para o uso da água, ficando outros usos, como a irrigação de lavouras, atividades industriais, geração de energia, extração mineral, aquicultura, navegação, turismo e lazer condicionados ao atendimentos dos dois usos prioritários. Estudo realizado pelo IBGE, no ano de 2015, revelou que "nesse período, as atividades econômicas que registraram maior consumo de água foram a

Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (com 77,6% do total); indústria de transformação e construção (11,3%); e Água e esgoto (7,4%)⁴.

Destaca-se que a preocupação com os recursos hídricos em geral e, especialmente, com as bacias de captação de água, foi um dos temas centrais no DCA-2017. Na ocasião foram descritas as condições de uso do solo, os pontos de captação de água e possíveis conflitos de uso em face da expansão urbana nas áreas de vulnerabilidade ambiental. O prognóstico indicava a necessidade de preservação das bacias e da área próxima à captação, principalmente com ações de restauração florestal e educação ambiental. Tendo isso em vista, o novo documento retrata a temática da segurança hídrica na RMG.

A segurança hídrica é compreendida como o acesso à quantidade, qualidade e potabilidade da água. Aspectos, tais como um ambiente seguro, a mitigação de riscos associados à água, seja pelo excesso, como as enchentes, seja pela escassez, como secas, também podem ser tomados como relevantes para a condição de segurança hídrica (Castro, 2022). Nesse contexto, alerta-se que, nos últimos seis anos, a RMG tem convivido com períodos distintos de estiagem e chuvas intensas, o que, por vezes, tem comprometido a qualidade de vida de parte de sua população. Ainda que não se observe uma situação severa ou grave na RMG, faz-se necessário um olhar mais atento sobre isso, a fim de mitigar impactos futuros.

Nesta revisão, além de atualizar parte dos dados com a inclusão do município de Santa Bárbara, apresenta-se o cenário de segurança hídrica da região.

4.2 MANANCIAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA

A Região Metropolitana de Goiânia encontra-se em três bacias hidrográficas que se localizam na parte central-leste do estado, compondo a bacia do rio Paranaíba. É na bacia do rio Meia Ponte que se localiza o maior número de

⁴ Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/20465-brasil-consome-6-litros-de-agua-para-cada-r-1-produzido-pela-economia>
Acesso em: 10 mar. 2024..

municípios da RMG (17). Porém, além dessa bacia, a região insere-se, também, nas bacias do rio Turvo e dos Bois e na bacia do rio Corumbá (Figura 4.1).

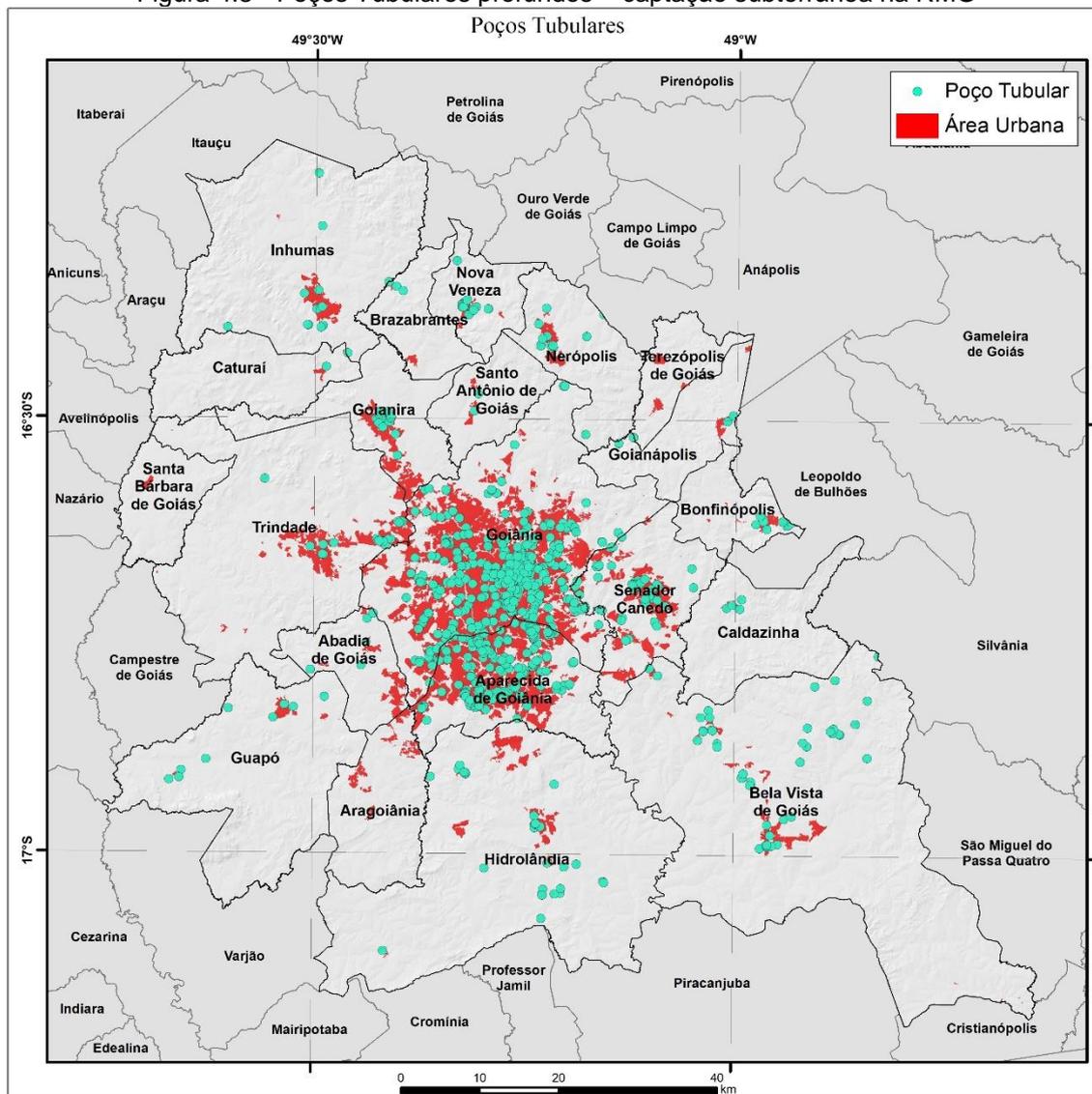
Os sistemas de captação de água destinados ao consumo humano derivam dessas bacias. Dos 21 municípios constituintes das Região Metropolitana de Goiânia, 13 possuem captação superficial e subterrânea. Bonfinópolis, Goianira, Nova Veneza e Santo Antônio de Goiás possuem apenas sistema de captação subterrânea e os demais municípios possuem ou captação superficial ou mista (superficial e subterrânea), conforme o Quadro 4.1. Quanto ao tipo de sistema, Goiânia, Aparecida de Goiânia e Trindade são abastecidos pelo reservatório do ribeirão João Leite, formando um sistema integrado. As Figuras 4.2 e 4.3 apresentam os pontos de captação superficial na RMG e a Figura 4.4 exhibe os poços tubulares profundos na região.

Quadro 4.1 - Tipo de Captação nos Municípios da RMG, 2017 (2023)

Município	Captação Superficial	Captação Subterrânea	Captação Superficial e Subterrânea
Abadia de Goiás	Sim	Sim	Sim
Aparecida de Goiânia	Sim	Sim	Sim
Aragoiânia	Sim	Não	Não
Bela Vista de Goiás	Sim	Sim	Sim
Bonfinópolis	Sim	Sim	Não
Brazabrantes	Sim	Sim	Sim
Caldazinha	Sim	Sim	Sim
Caturaí	Sim	Não	Não
Goianápolis	Sim	Sim	Sim
Goiânia	Sim	Sim	Sim
Goianira	Não	Sim	Não
Guapó	Sim	Sim	Sim
Hidrolândia	Sim	Sim	Sim
Inhumas	Sim	Sim	Sim
Nerópolis	Sim	Sim	Sim
Nova Veneza	Não	Sim	Não
Santa Bárbara	Sim	Não	Não
Santo Antônio de Goiás	Não	Sim	Não
Senador Canedo	Sim	Sim	Sim
Terezópolis de Goiás	Sim	Não	Não
Trindade	Sim	Sim	Sim

Fonte: Pesquisa de Campo. 2017; 2023, Atlas Brasil - Volume 2 – ANA, 2010.

Figura 4.3 - Poços Tubulares profundos – captação subterrânea na RMG

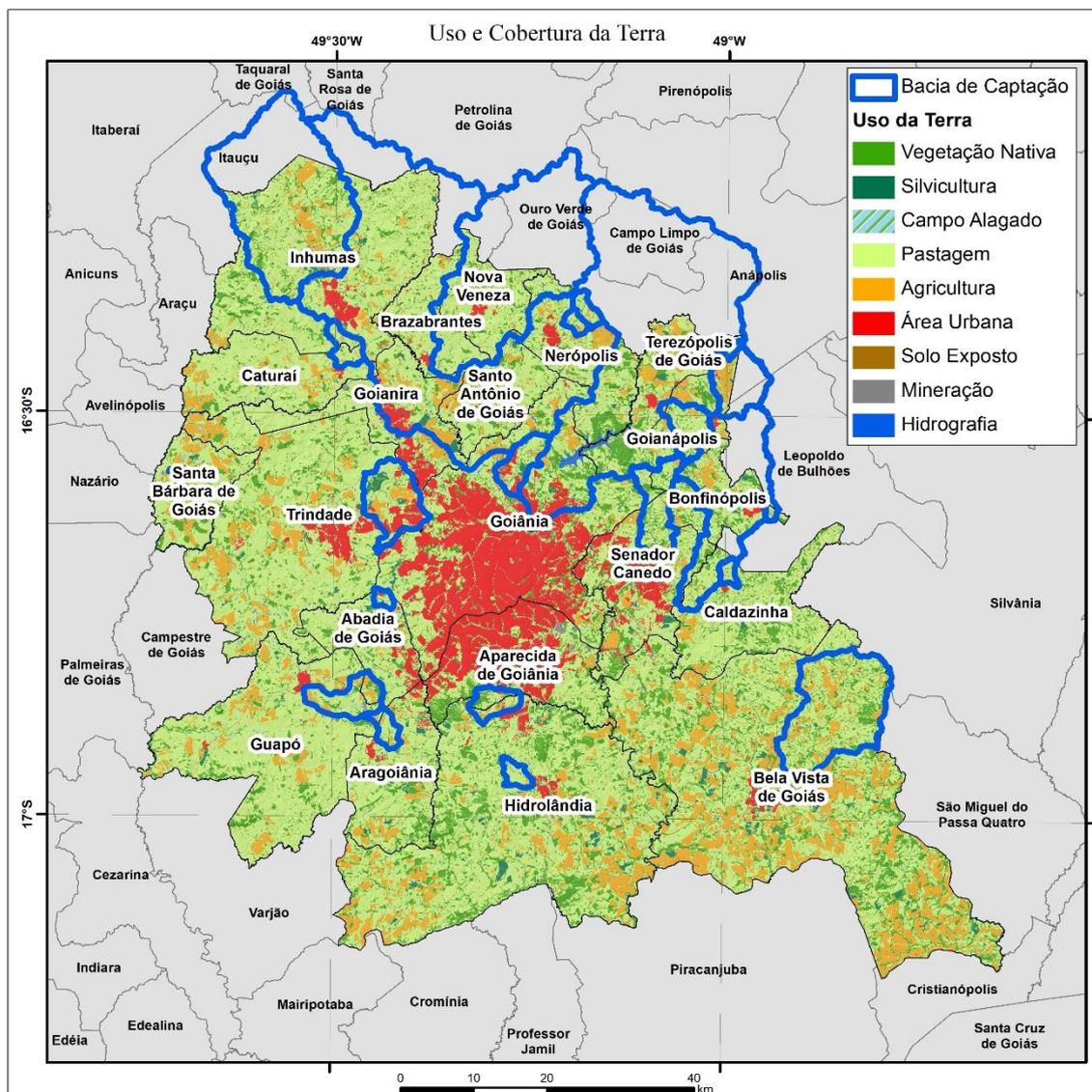


Fonte: SIEG, 2023. Elaboração: Alessandro Ribeiro Filho.

4.2.1 Uso do solo nos mananciais

Em relação ao uso do solo nos mananciais de captação de água, observa-se a predominância da pastagem, seguida de agricultura (Figura 4.4, Tabela 4.1, e Figura 4.5).

Figura 4.4 - Uso do solo nos mananciais, captação de água dos municípios da RMG, 2013



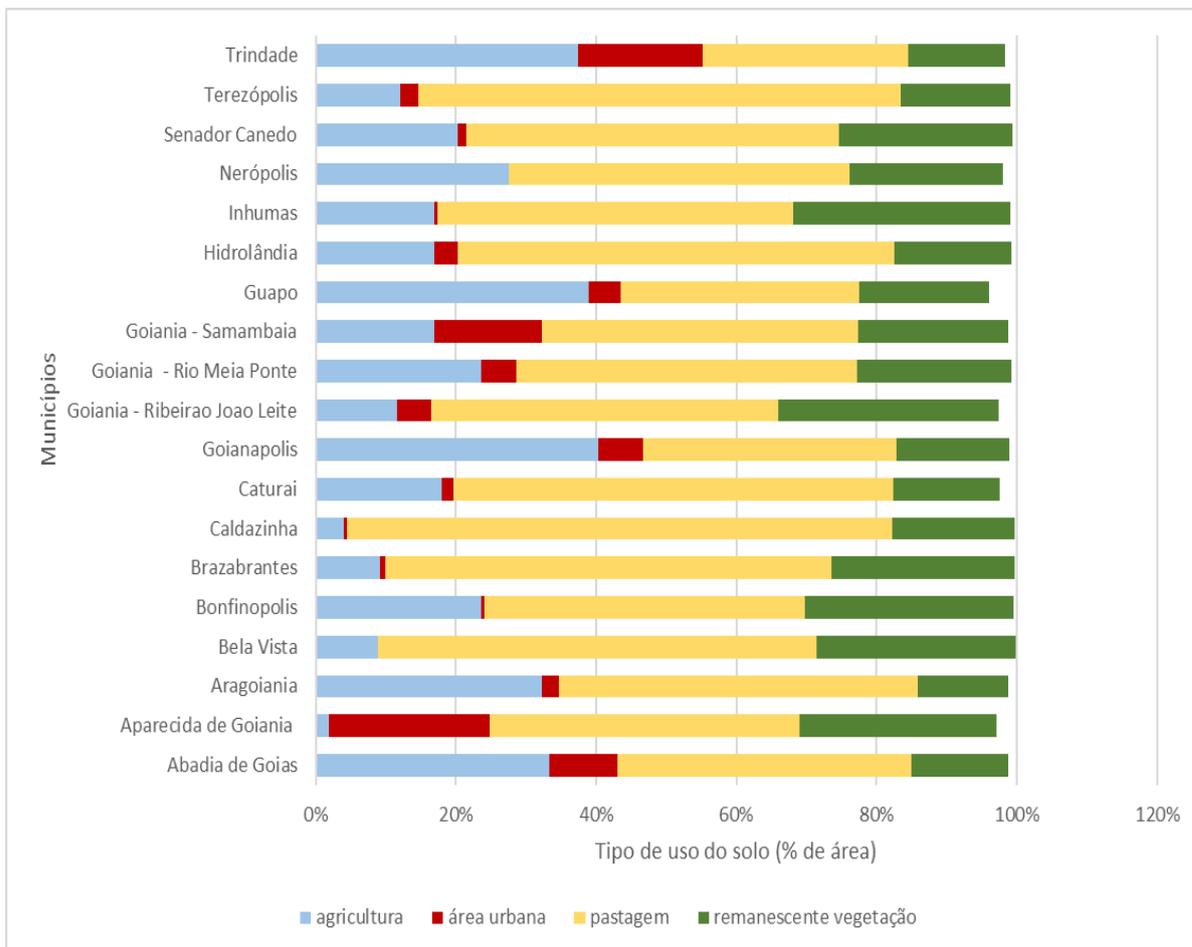
Fonte: Dados baseados em classificação de imagem de satélite (sensor RapidEye), referente ao ano de 2014. Elaboração: LAPIG, 2017.

Tabela 4.1 - Uso do solo nos mananciais de captação de água, por município

Municípios - Mananciais de Abastecimento	Agricultura	Área Urbana	Pastagem	Remanescentes	outros	Total Geral
Abadia de Goiás	33%	10%	42%	14%	1%	100%
Aparecida de Goiânia	2%	23%	44%	28%	3%	100%
Aragoiânia	32%	2%	51%	13%	1%	100%
Bela Vista	9%	0%	63%	28%	0%	100%
Bonfinópolis	24%	0%	46%	30%	0%	100%
Brazabrantes	9%	1%	64%	26%	0%	100%
Caldazinha	4%	0%	78%	17%	0%	100%
Caturai	18%	2%	63%	15%	2%	100%
Goianópolis	40%	6%	36%	16%	1%	100%
Goiânia - Ribeirão Joao Leite	12%	5%	50%	31%	3%	100%
Goiânia - Rio Meia Ponte	24%	5%	49%	22%	1%	100%
Goiânia - Samambaia	17%	15%	45%	22%	1%	100%
Guapo	39%	5%	34%	19%	4%	100%
Hidrolândia	17%	3%	62%	17%	1%	100%
Inhumas	17%	1%	51%	31%	1%	100%
Nerópolis	28%	0%	49%	22%	2%	100%
Santa Bárbara	20%	2%	54%	23%	1%	100%
Senador Canedo	20%	1%	53%	25%	1%	100%
Terezópolis	12%	3%	69%	16%	1%	100%
Trindade	37%	18%	29%	14%	2%	100%
Total Geral	17%	4%	52%	26%	1%	100%

Fonte: Dados baseados em classificação de imagem de satélite (sensor RapidEye), referente ao ano de 2014. Elaboração: LAPIG, 2017.

Figura 4.5 - Uso do solo nos mananciais, captação de água nos municípios da RMG

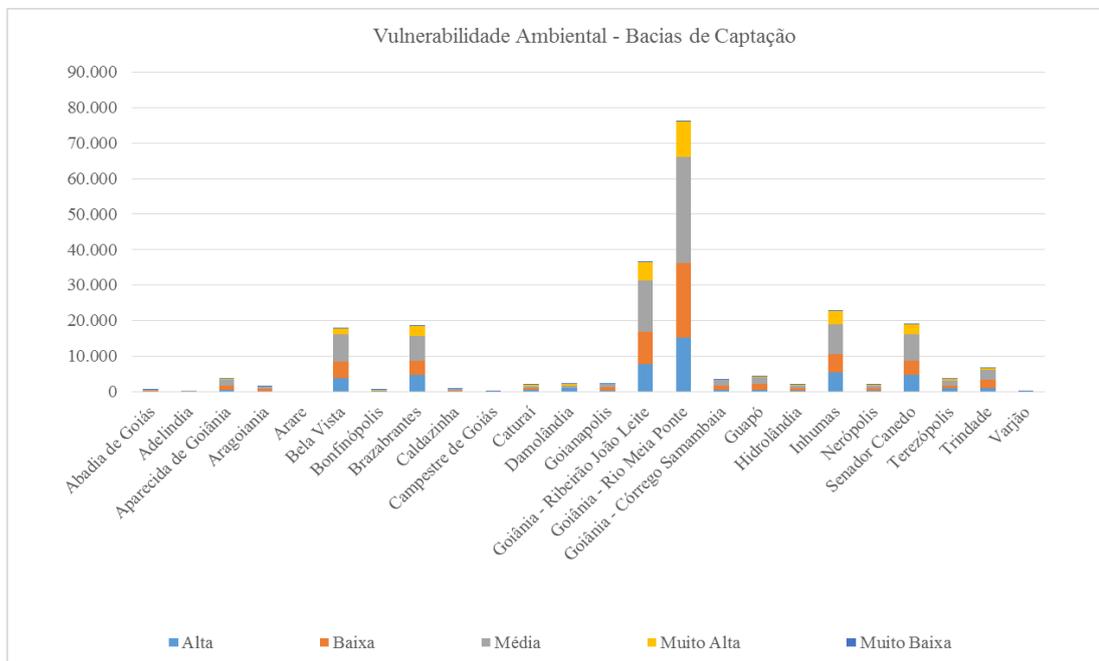


Fonte: Dados baseados em classificação de imagem de satélite (sensor RapidEye), referente ao ano de 2014. Elaboração: LAPIG, 2017.

4.2.2 Vulnerabilidade ambiental dos mananciais

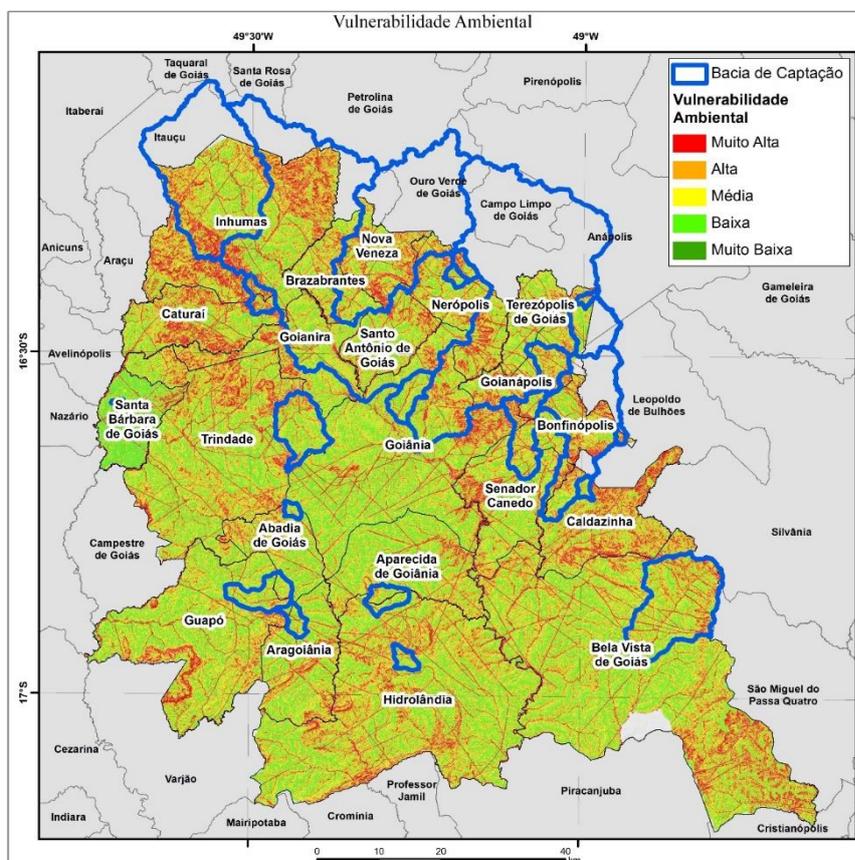
Em termos de vulnerabilidade ambiental, as condições dos mananciais abrangem áreas que são classificadas de média a alta vulnerabilidade, conforme as Figuras 4.6 e 4.7

Figura 4.6 - Vulnerabilidade Ambiental nos mananciais de captação de água para abastecimento público segundo localização municipal na RMG, 2013



Fonte: Imagens de Satélite LandSat, 2013/2014; LAPIG, 2016. Elaborado por Nilson F. Clementino.

Figura 4.7 - Vulnerabilidade Ambiental nos mananciais de captação de água para abastecimento público segundo localização municipal na RMG, 2013



Fonte: Imagens de Satélite LandSat, 2013/2014; LAPIG, 2016. Elaborado por Nilson F. Clementino.

4.3 SEGURANÇA HÍDRICA

De se destacar que a segurança hídrica tem se tornado uma preocupação latente na sociedade, principalmente associada aos eventos extremos. Não por acaso, mudanças institucionais e diferentes esforços estão em curso no âmbito nacional e, até mesmo, internacional, visando pactuar ações em prol do acesso à água para os diferentes agrupamentos.

No caso da RMG, a questão hídrica tem sido alvo de diferentes iniciativas. Em 2020, o governo de Goiás publicou o Decreto 9670/2020⁵, visando atuar na manutenção do abastecimento de água na Região Metropolitana de Goiânia e Anápolis diante da redução da vazão do rio Meia Ponte. Situação semelhante foi vista no ano de 2017. Entre 2017, ano de entrega do DCA-2017, até o presente, é possível identificar ações em curso sobre a questão. Uma delas envolve a

⁵ Disponível em: <https://goias.gov.br/governo-publica-decreto-com-medidas-de-combate-a-crise-hidrica/> Acesso em: 02 mar. 2024.

elaboração do Plano de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Rio Paranaíba, cujo detalhamento: diagnóstico, prognóstico, plano de ações e enquadramento estão disponíveis em <http://pbapgo.meioambiente.go.gov.br/> (acesso em: 2 mar. 2024). Outra ação de destaque é a constituição do Grupo de Trabalho sobre Crise Hídrica no Ministério Público de Goiás, em 2023, que reúne um conjunto de pesquisadores e gestores visando traçar diretrizes sobre o tema e recomendações para os governos dos municípios.

Em nível nacional, em 2022 a Agência Nacional da Águas lançou o “Plano de ação: estratégia para a implementação do PNRH 2022-2049” (ANA, 2022) e tem produzido informações sobre os recursos hídricos, identificado de Caderno Conjuntural de Recursos Hídricos, o último, divulgado em fevereiro de 2024 (ANA, 2024). Segundo a ANA (2024, p. 89):

A Segurança Hídrica existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias.

Nessa perspectiva, uma das formas de monitorar as condições de segurança hídrica é a compreensão do balanço hídrico, que, de acordo com a ANA (2024, p. 89), constitui-se como:

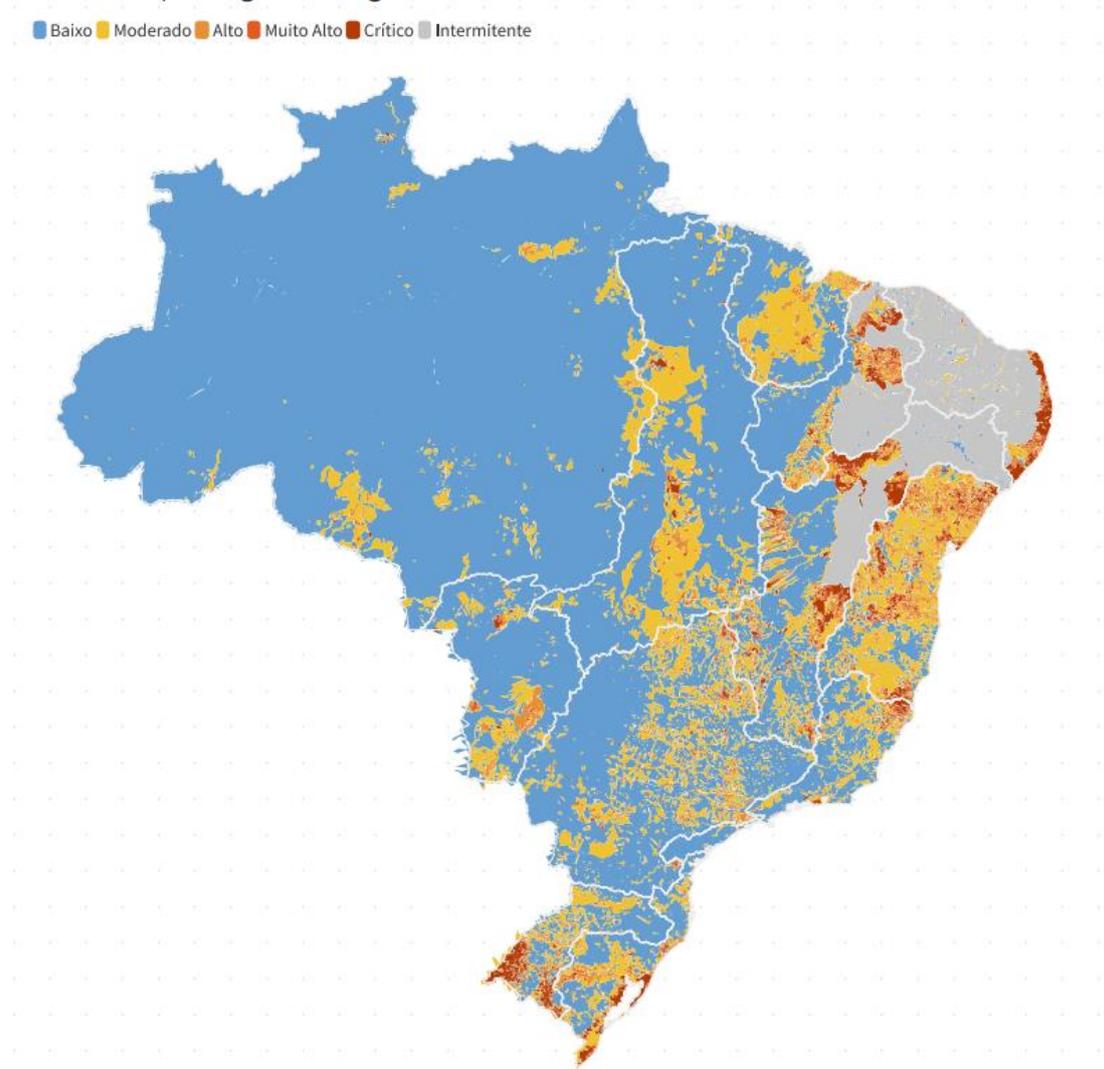
Um indicador do nível de comprometimento hídrico. Seu papel é identificar quanto da disponibilidade hídrica está sendo utilizada para atendimento de usos consuntivos. Isso é dado pela razão entre a demanda e a oferta e é apresentado em termos de percentuais de comprometimento.

Analisando dados de demandas de 2020, a ANA produziu um mapa sobre o balanço hídrico nacional (Figura 4.8), no qual se indicam as classes: baixo (abaixo de 5%), mediano (5% a 30%), alto (30% a 70%), muito alto (70% a 100%), crítico (acima de 100%) e intermitente (oferta nula).

Outra forma de identificar a segurança hídrica é a aplicação do Índice de Segurança Hídrica (ISH), também desenvolvido pela ANA. Ele é composto pelo resultado da composição de suas quatro dimensões: Humana, Econômica, Ecológica e de Resiliência, consideradas em igualdade de condições. Partindo

das premissas apresentadas pela ANA, Barbosa *et al.* (2023a, 2023b) apresentam uma proposta adaptada do ISH para a RMG, incluindo uma dimensão social, com a função de considerar as condições de vulnerabilidade social e utilizando dados de 2020. Os indicadores empregados na composição do ISG estão descritos no Quadro 4.2.

Figura 4.8 - Balanço Hídrico em 2020, por Região Hidrográfica



Fonte: ANA (2024).

Quadro 4.2 - Dimensão, indicador e variável do ISH

Dimensão	Indicadores	Variáveis
Humana	Garantia de água para abastecimento humano Cobertura da rede de abastecimento	Balanço hídrico – demanda e disponibilidade; Demandas hídricas por tipo de uso; Pontos de captação para abastecimento urbano; População urbana municipal; Percentual de cobertura de rede de abastecimento urbano
Econômica	Garantia de água para irrigação e pecuária Garantia de água para atividade industrial	Balanço hídrico – demanda e disponibilidade; Demandas hídricas por tipo de uso; Área cultivada por município Área irrigadas por município; Valor da produção agrícola municipal; Quantitativo de rebanho por município; Valor de cabeça animal, por tipo de rebanho; Valor Agregado Bruto da indústria;
Ecossistêmica	Quantidade de água adequada para usos naturais Qualidade de água adequada para usos naturais Segurança das barragens de rejeito de mineração	Balanço hídrico – demanda e disponibilidade; Concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO por bacia; Categoria de risco e dano potencial de barragens de rejeito de mineração.
Resiliência	Reservação artificial Reservação natural Potencial de armazenamento subterrâneo Variabilidade pluviométrica	Volume potencial do reservatório; Vazões médias e Q95 por ottobacia; Tipos de aquíferos aflorantes e coeficientes de infiltração; Coeficiente de variação da chuva anual.
Social	Vulnerabilidade social	% de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados; Mortalidade até 1 ano de idade ⁶ ; Proporção de pessoas com renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais.

Fonte: Barbosa *et al.*, 2023, p. 239-240.

Nas palavras de Barbosa *et al.* (2023, p. 240-241):

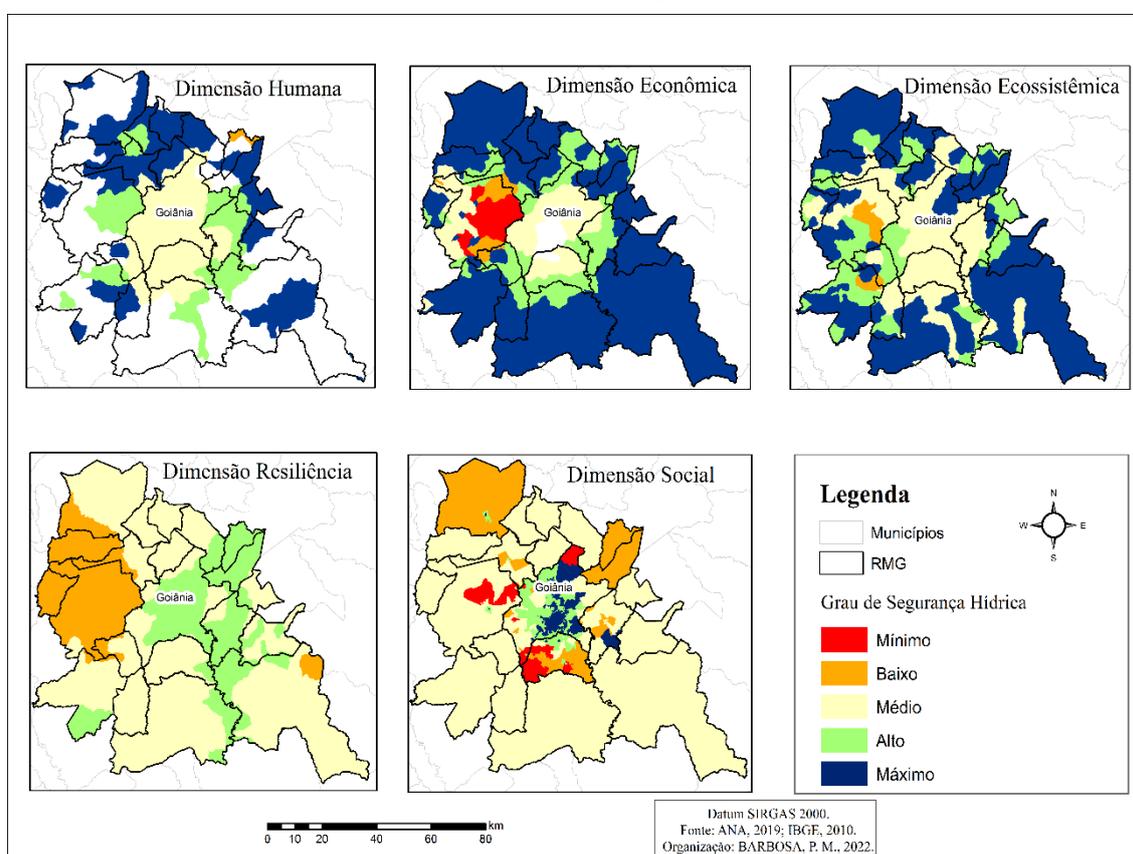
Cada indicador obedece a uma classificação a partir dos seus valores normalizados, distribuídos em cinco classes de gradação, em ordem crescente de grau de segurança, em que 1, equivale ao grau mínimo de segurança; 2, baixo; 3, médio; 4, alto e 5, grau máximo. Isso, com exceção do indicador de segurança de barragens de rejeito de mineração, que varia de 1 a 3, pois não consideram que exista alta ou máxima segurança ao se tratar desse tipo de barragem. O grau de segurança hídrica das dimensões do índice é resultado de uma média simples ou ponderada dos graus de segurança de cada indicador, como também são atribuídos pesos distintos para cada indicador de determinada dimensão. Cada indicador e dimensão

⁶ Número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida, em cada mil crianças nascidas vivas.

exigiu uma estrutura de cálculo distinta, uma vez que, há uma variedade considerável de dados e informações dispostos em múltiplas escalas e grandezas diversas. O ISH é o resultado da média aritmética simples da composição das cinco dimensões, portanto, essas possuem o mesmo peso. Os dados e as possíveis análises do índice possuem características multiescalares que oscilam, principalmente, entre o município, setor censitário e UDh e otobacia.

Importa destacar que, a partir dessa revisão, Barbosa *et al.* (2023b) chegaram aos seguintes resultados indicados nas Figuras 4.9 e 4.10.

Figura 4.9 – Dimensões da Segurança Hídrica na RMG



Fonte: Barbosa *et al.*, 2023b.

Dentre os resultados alcançados pelo ISH proposto por Barbosa (2022) e apresentado por Barbosa *et al.* (2023, p. 242), destacamos, na Figura 4.10, as áreas com registro baixo e mínimo. Conforme as autoras:

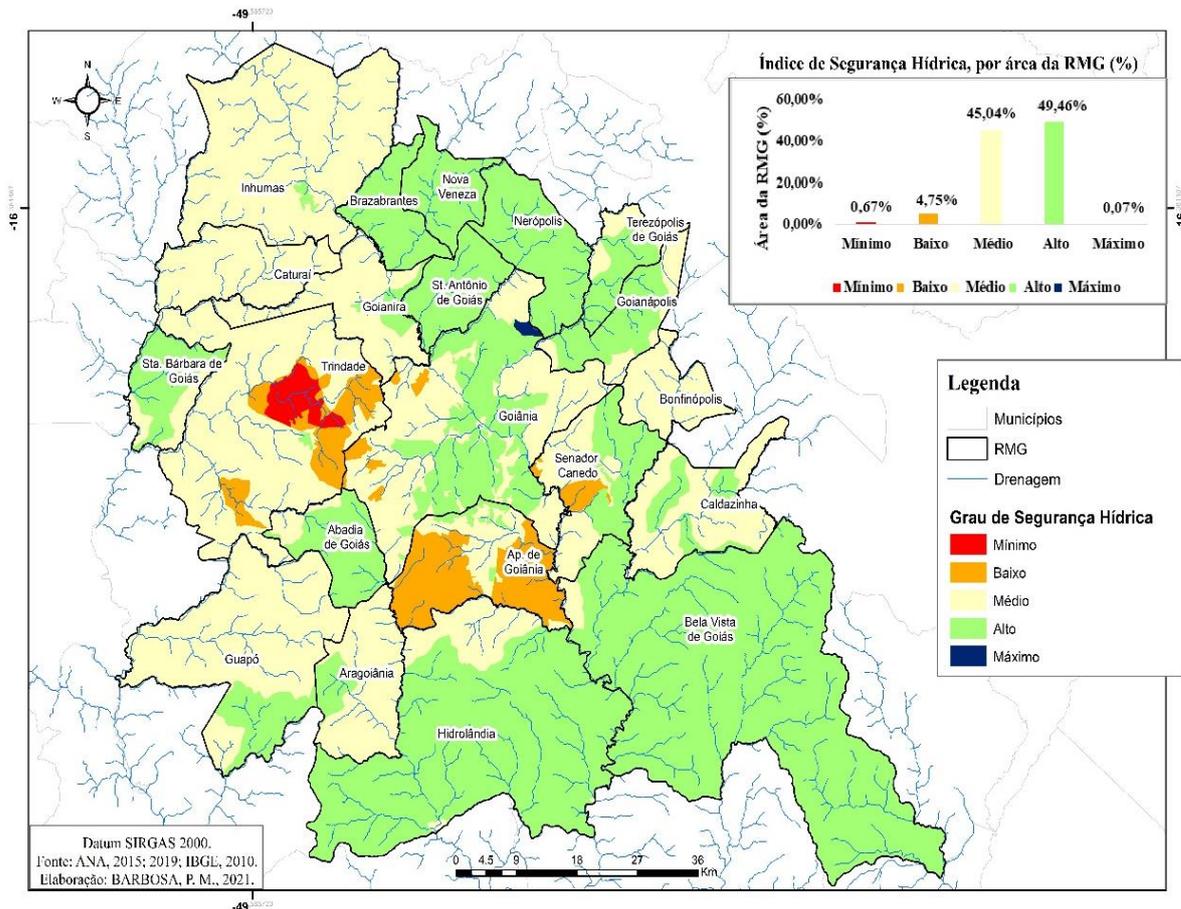
Porções individualizadas de grau baixo foram identificadas nos limites oeste e noroeste da capital e em Senador Canedo. Parte representativa do município de Trindade na porção leste, próximo à divisa com Goiânia

apresentou grau de segurança baixo, e o único município a expor grau de segurança hídrica mínimo. A distribuição do grau baixo abarcou além de Trindade, pontos na parte noroeste e oeste de Goiânia, na divisa com Trindade e representativa parte de Aparecida de Goiânia, ocupando 69,38% do total de sua área, esse grau representou 4,75% da área do total da RMG; o grau médio ocupou 45,04% da área; o grau alto ocupou 49,46%; já, o grau máximo, correspondeu a 0,07% da área da RMG.

(...)

Os graus de segurança mínimo e baixo abrangeram 21 UDHS totalmente, onde residiam, em 2010, 278.957 habitantes; e, de forma parcial 9 UDHS, habitadas por 65.659 pessoas. As UDHS atingidas total ou parcialmente representam 11,67% do total das 257 existentes na RMG. Do ponto de vista populacional, os graus mínimo e baixo afetam parcial ou integralmente 15,84% do total dos 2.175.156 dos habitantes da RMG em 2010.

Figura 4.10 - Mapa do Índice de Segurança Hídrica na RMG



Fonte: Barbosa *et al.* (2023, p. 241).

4.4 DIRETRIZES

Considerando os elementos apresentados nesta revisão, os principais aspectos a serem destacados estão resumidos no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 – Diretrizes para a proteção e conservação dos recursos hídricos e mananciais de captação de água na RMG

Diagnóstico	Prognóstico	Diretrizes
Governança ainda incipiente, diagnosticada pela pouca integração dos municípios da RMG nos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH).	Existência de estudos em andamento, tal como o Plano de Bacias; bem como de marco legal e do Comitê de Bacia Hidrográfica.	Melhorar a articulação entre os municípios e conhecer os estudos existentes, potencializando o sistema de governança hídrica. Incorporar a participação ativa da sociedade nas discussões sobre segurança hídrica na RMG.
Contexto de comprometimento das bacias e mananciais de captação de água. Escassez hídrica associada aos conflitos de uso da água. Degradação de APPs e redução da vazão dos cursos d'água. Desmatamento crescente, afetando, sobretudo, as áreas de preservação permanente.	Início de ações de recuperação das margens de importantes cursos d'água em alguns municípios. Realização de ações de diagnóstico participativo do rio Meia Ponte. Mobilização da sociedade para a importância dos cursos d'água. Ações pontuais dos governos nos momentos de crise hídrica.	Estabelecer parcerias para a recuperação das bacias / mananciais de captação de água. Criar um ambiente de diálogo entre as diferentes instâncias e órgãos de gestão de recursos hídricos e a RMG. Envolver os municípios na gestão compartilhada de áreas de interesse comum, evitando a expansão urbana que comprometa as captações de água.
Ausência de estudos sobre impactos das mudanças climáticas na RMG e no estado.	Existência do Fórum Goiano de Mudanças Climáticas e outras providências (Decreto nº 8.652, de 19 de maio de 2016).	Revigorar o Fórum Goiano de Mudanças Climáticas. Promover comunicação e sensibilização da comunidade sobre o tema.

REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023**: informe anual. Brasília: ANA, 2024. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjunturainforme2023.pdf> Acesso em: 2 mar. 2024.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Plano de ação**: estratégia para a implementação do PNRH 2022-2049. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh_2022_para_baixar_e_imprimir.pdf Acesso em: 2 mar. 2024.

BARBOSA, Priscila Maia; LIMA; Cláudia Valéria de; HORA, Karla Emmanuela R. *In*: SOUZA, José C. M.; AQUINO, Patrick T. de (org.). **Análises ambientais do Cerrado**. Anápolis-GO: Editora UEG, 2023a.

BARBOSA, Priscila Maia; LIMA; Cláudia Valéria de; HORA, Karla Emmanuela R. Segurança Hídrica na Região Metropolitana de Goiânia. *In*: BARREIRA, Celene C. M. A.; HADDAD, Marcos B. (org.). Região metropolitana de Goiânia: produção habitacional e ordenamento territorial. Goiânia: C&A Alfa Comunicação, 2023b, p.229-246.

CASTRO, Cesar Nunes. Segurança hídrica e seus múltiplos significados. *In*: CASTRO, C. N. (org.). **Água, problemas complexos e o plano nacional de segurança hídrica**. Rio de Janeiro: IPEA, 2022, p.63-100.

ECOLOGY BRASIL, 2012. **Estudo Integrado de Bacia Hidrográfica (EIBH) Meia Ponte**. Disponível em: <http://www.secima.go.gov.br/post/ver/197832/estudo-integrado-de-bacia-hidrografica-eibh-meia-ponte>. Acesso em: 07 set. 2017.

UNITED NATIONS. **Resolution 64/292**. The human right to water and sanitation. Resolution adopted by the General Assembly on 28 July 2010.

UNITED NATIONS. **Resolution 70/1**. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Disponível em: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E. Acesso em: 2 mar. 2024.

5 SANEAMENTO BÁSICO

Karla Emmanuela R. Hora, doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento.
Contato: karla_hora@ufg.br

Maurício Martines Sales, doutor em Geotecnia. Contato:
mmartines@ufg.br

Katia Alcione Kopp, doutora em Ciências Ambientais. Contato:
kakopp@ufg.br

Alessandro Ribeiro Filho, graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária
EECA/UFG. Contato: filho_alessandro@discente.ufg.br

5.1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico é definido como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais que abrangem o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Brasil, 2020). Dada a importância do tema para a qualidade de vida, combate à pobreza e enfrentamento das assimetrias locais e regionais, o monitoramento de avanços do setor faz parte dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 6, sobre Água Potável e Saneamento, definidos em 2015 (Nações Unidas Brasil, s.d.). Em relação ao OD6, os indicadores 6.1 e 6.2 sugeriam que, até 2023, se universalizassem tanto o acesso à água potável quanto o saneamento/esgotamento sanitário e higiene adequados, eliminando-se, assim, a defecção a céu aberto, com destaque para necessidades de mulheres e meninas.

Neste documento serão tratados os aspectos relativos ao abastecimento de água, coleta de esgotamento sanitário e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos nos municípios que compõem a RMG.

Considerando os processos de desigualdades sociais, a ausência de saneamento básico tende a afetar, sobretudo, a população mais carente. Ademais, os serviços em áreas rurais ainda são inexistentes ou pontuais, e aumentam as distorções na relação campo-cidade. Em relação à Região Metropolitana de Goiânia, o DCA-2017 informava que cerca de 92% e 66% da população eram atendidas com

abastecimento de água tratada e coleta de esgoto, respectivamente, em 2015. Daquela data até hoje, houve alteração no marco legal do saneamento.

Em 2020, a Lei nº 14.026, de 15 de julho, atualizou o marco legal do saneamento básico e alterou a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, atribuindo à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a responsabilidade pela emissão de normas destinadas à regulação do setor. A Lei nº 14.026/2020 previu a universalização dos serviços de água e esgoto até 2033, sendo 99% para o primeiro e 90% para o segundo. Em relação ao saneamento, a norma trouxe o dispositivo que prevê a prestação de serviços regionalizados, abrangendo, assim, mais de um município e atendendo, inclusive, regiões metropolitanas (Brasil, 2020).

Para atender à Lei nº 14.026/2020, o Estado de Goiás aprovou a Lei Complementar nº 182, de 22 de maio de 2023 (Goiás, 2023a), indicando três microrregiões de saneamento básico (MSB), sendo: Oeste, Centro e Leste (Figura 5.1 e Quadro 5.1). Por meio dela, os municípios devem participar de forma compulsória na regionalização definida. Na sequência, foi aprovado o Decreto nº 10.281, de 4 de julho de 2023 (Goiás, 2023b), apresentando o regimento interno provisório das Microrregiões de Saneamento Básico do Estado de Goiás (MSBs). Importante destacar que, no caso do estado, os municípios da RMG passam a compor a microrregião Centro, não se vinculando, para este tema, às instâncias de gestão da RMG. Dado o desenho do arcabouço legal, não deve haver conflito de competência para este caso.

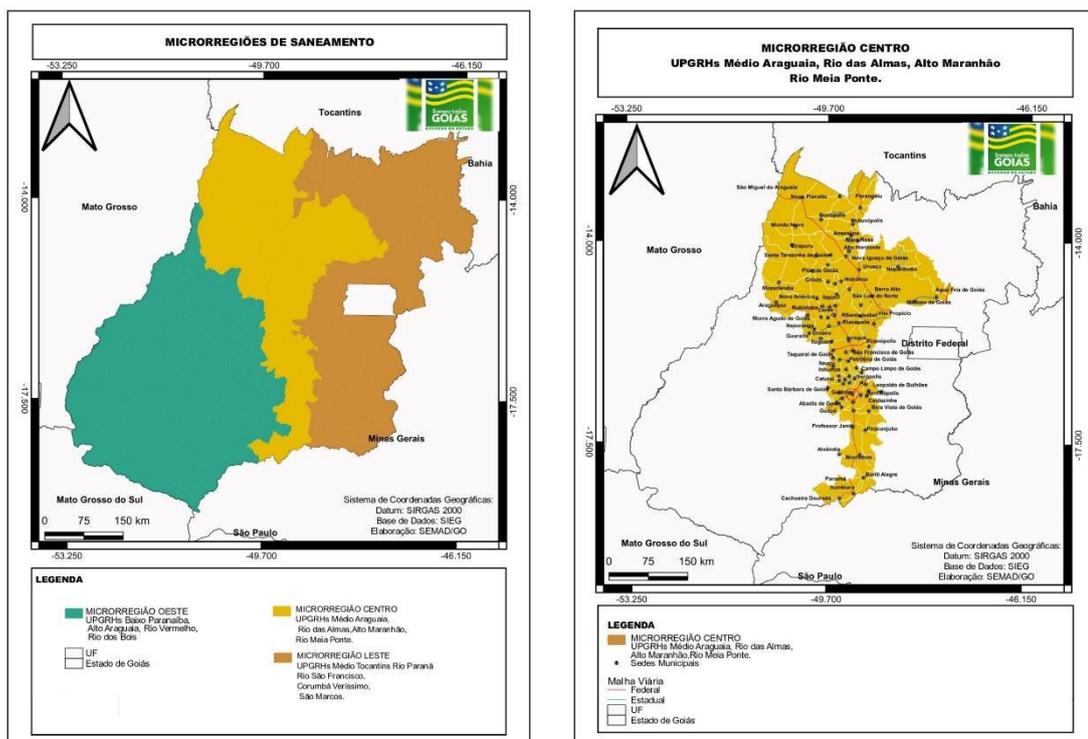
Considerando a participação compulsória dos municípios no processo de MSB em Goiás, o tema da autonomia dos municípios retorna ao debate. Há que se considerar que tal mudança esteve no centro da discussão da Lei nº 14.026/2020. Junto a este, outros temas também foram polêmicos, tais como: a participação da sociedade civil; a mudança de visão sobre o saneamento básico como um elemento de inclusão e direito para uma visão de economia de mercado.

No âmbito da discussão do PDUI-RMG, em Goiás, cabe destacar a diferença entre a prestação de serviços regionalizados e a gestão regionalizada. Considerando especificidades da Região Metropolitana e sua força de atração e expansão sobre os municípios conurbados e limítrofes, bem como os elementos orientadores do Estatuto das Metrôpoles, fazem-se necessários o diálogo e a

convergência de ações para atendimento das funções compartilhadas de interesse comum, compreendendo que seu objetivo final é a garantia da qualidade e condições de vida para a população. Assim, ações comuns e o diálogo serão fundamentais entre as instâncias da RMG e da MSB para isso.

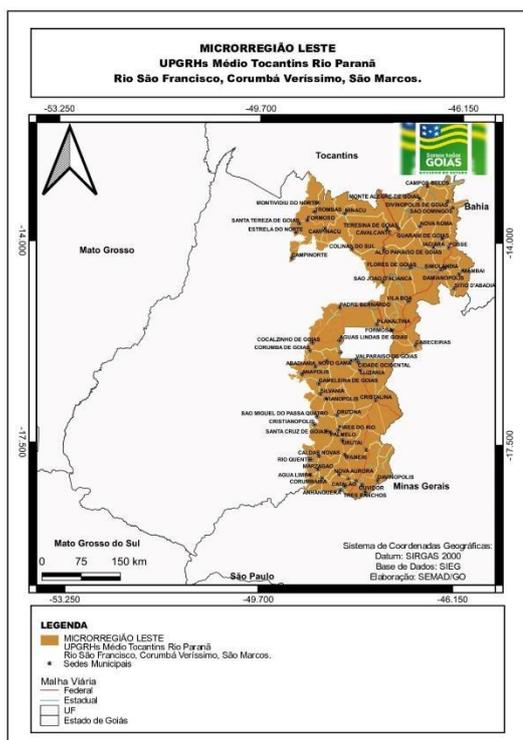
As MSBs em Goiás regionalizaram não só os serviços destinados ao atendimento dos sistemas de água e esgoto como também a oferta de serviços de drenagem e resíduos sólidos. Sobre este último, a Lei nº 14.026/2020 definiu, a priori, o prazo de 31/12/2020 para elaboração dos Planos Municipais de Resíduos Sólidos; para municípios com PMRS, estabeleceu a data de 02/08/2021 para fim dos lixões, com cidades com mais de 100 mil habitantes; para as cidades com 50 a 100 mil habitantes e cidades com menos de 50 mil habitantes, a meta de eliminar os lixões foi para 02/08/2023 e 02/08/2024, respectivamente (Brasil, 2020). No marco atual, a meta em curso é o ano de 2024.

Figura 5.1 – Regionalização das microrregiões de saneamento básico de Goiás

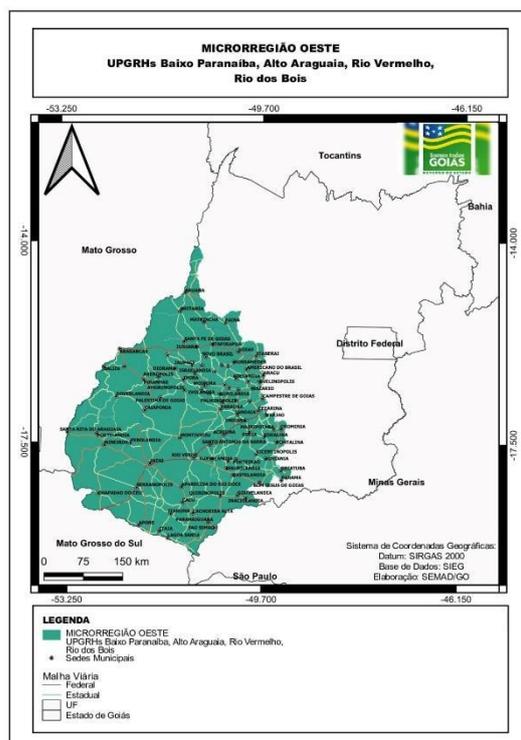


(a) MSB Goiás

(b) MSB Centro



(c) MSB Leste



(d) MSB Oeste

Fonte: Semad.⁷

Quadro 5.1 - Microrregião de Saneamento Básico de Goiás

Microrregião	Número de Municípios	População (N)	população (%)
Centro	88	3.438.121	49,5
Leste	70	2.269.279	32,6
Oeste	88	1.243.576	17,9
Total	246	6.950.976	100

Fonte: Goiás (2023b).

Em 2022 foi publicado o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares), que previa acabar com os lixões e aterros controlados até 2024. Segundo o Planares, ainda, até 2040 o país deverá reciclar ou recuperar 48,1% dos resíduos sólidos urbanos. Em Goiás, em 2023, o governo publicou o Decreto nº 10.367, de 19 de dezembro, instituindo o Programa Lixão Zero, para acabar com os lixões até agosto de 2023.

A par de todas as mudanças normativas e os ajustes institucionais em curso, este relatório buscou atualizar os dados, já apresentados no DCA-2017. Tais

⁷ Disponível em: <https://goias.gov.br/meioambiente/regionalizacao/> Acesso em: 9 mar. 2024.

informações foram consideradas relevantes para a discussão do PDUI-RMG não só por causa das demandas de ampliação das redes infraestruturas, mas, sobretudo, para a discussão da qualidade de vida, mudanças climáticas e proteção das águas. Esses temas são abordados em outros capítulos deste relatório.

5.2 ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O Plano Municipal de Saneamento é o documento base que aponta as diretrizes para o setor e metas no âmbito do município. Ele é obrigatório, conforme o marco legal do saneamento. Dos 21 municípios da RMG, 13 tinham elaborado ou estavam com seus planos em desenvolvimento (Quadro 5.2). Destaca-se que, em 2017, o registro havia identificado apenas sete municípios nessa condição. Contudo nem todos os documentos encontram-se disponíveis na íntegra e, na quase totalidade, eles foram elaborados antes da revisão da Lei nº 14.026/2020.

Nos municípios que compõem a RMG, os serviços de água e esgoto são ofertados, em sua maioria, pela Empresa Estadual de Saneamento, a Seneago (Quadro 5.3). Apenas Senador Canedo conta com autarquia própria, a Agência de Saneamento de Senador Canedo - Sanesc e Aparecida de Goiânia e Trindade possuem o sistema de coleta de esgoto operados pela BRK Ambiental. Dos 21 municípios da RMG, 11 não contavam com sistema de coleta de esgotamento sanitário. Chama atenção para o caso do município de Goianira, que aprovou a criação de um SAAE, todavia não há mais informações detalhadas sobre esse processo.

Quadro 5.2 - Planos Municipais de Saneamento Básico, RMG

Município	Plano Municipal de Saneamento Básico
Abadia de Goiás	Lei Municipal nº 503, de 31 de março de 2014 ⁸
Aparecida de Goiânia	Lei Municipal nº 3.297, de 21 de dezembro de 2015 ⁹
Bela Vista	Lei nº 1.770/2016, de 03 de maio de 2016 ¹⁰

⁸ Disponível em: <https://acessoainformacao.abadiadegoias.go.gov.br/legislacao/lei/id=517> Acesso em: 9 mar. 2024.

⁹ Disponível em: <https://camaradeaparecida.go.gov.br/legislacoes/lei-municipal-3297-2015/> Acesso em: 9 mar. 2024.

¹⁰ Disponível em: <https://acessoainformacao.belavista.go.gov.br/legislacao/mglei/id=357> Acesso em: 9 mar. 2024.

Bonfinópolis	Estudo elaborado com proposta de 5 de junho de 2018 ¹¹
Caldazinha	Lei Municipal nº 458, de 5 de dezembro de 2016 ¹²
Goianápolis	Estudos Diagnóstico Participativo elaborado em maio de 2017 ¹³
Goianira	Estudo Diagnóstico elaborado em junho de 2015 ¹⁴ e Projeto de Lei Municipal nº 2.164, de 08 de novembro de 2022, que cria o Serviço Autônomo de água e esgoto ¹⁵
Hidrolândia	Lei Municipal nº 594/2016, de 23 de março de 2016 ¹⁶
Inhumas	Lei Municipal nº 3.034, de março de 2016 ¹⁷ ; Lei Municipal nº 3.249, de outubro de 2020 ¹⁸
Nova Veneza	Decreto nº 125/2022, de 20 de abril de 2022 ¹⁹ convocando para audiência pública sobre o Plano Municipal de Saneamento
Santo Antônio de Goiás	Lei Municipal nº 545, de 17 de junho de 2015 ²⁰
Senador Canedo	Estudo elaborado com proposta apresentada em 2017 Lei nº 1.697, de 17 de dezembro de 2012 ²¹
Trindade	Possui estudo Diagnóstico elaborado em 2016 ²² , em 2023 teve um evento de lançamento do processo de elaboração do Plano ²³

Fonte: Pesquisa documental. Elaborado pelos autores. 2024.

Nos municípios que compõem a RMG, os serviços de água e esgoto são ofertados, em sua maioria, pela Empresa Estadual de Saneamento, a Seneago (Quadro 5.3). Apenas Senador Canedo conta com autarquia própria, a Agência de Saneamento de Senador Canedo – Sanesc, e Aparecida de Goiânia e Trindade

¹¹ Conforme notícia disponível em: <https://www.bonfinopolis.go.gov.br/1a-audiencia-publica-sobre-a-elaboracao-do-plano-municipal-de-saneamento-basico-agua-e-esgoto-do-municipio/> Acesso em: 9 mar. 2024.

¹² Disponível em: https://leis.caldazinha.go.gov.br/leis/387/lei-458-2016?previousFilters=search_458 Acesso em: 9 mar. 2024.

¹³ Disponível em: https://acessoainformacao.goianapolis.go.gov.br/outras_informacoes/planomunicipal/id=5 Acesso em: 9 mar. 2024.

¹⁴ Disponível em: <https://goianira.go.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/plano-de-saneamento-1.pdf> Acesso em: 9 mar. 2024.

¹⁵ Disponível em: <https://camaragoianira.go.gov.br/camara-aprova-criacao-do-servico-autonomo-de-agua-e-esgoto-em-goianira/#:~:text=Na%2038%C2%AA%20Sess%C3%A3o%20Ordin%C3%A1ria%20a,direito%20p%C3%BAblico%20da%20administra%C3%A7%C3%A3o%20indireta>. Acesso em 9 mar. 2024.

¹⁶ Disponível em: https://www.camarahidrolandia.go.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/leis/L_594-2016.pdf?x22349 Acesso em: 9 mar. 2024.

¹⁷ Disponível em: <https://inhumas.go.gov.br/wp-content/uploads/2022/03/4-LEI-N-3.034-Institui-na-forma-do-Art.-19-1-Da-Lei-Federal-n-11.4452007-e-do-Art.-25-do-Decreto-Federal-n-7.2172010-o-Plano-Municipal-de-Saneamento-Basico-PMSB-e-da-Outras-Providencias.pdf> Acesso em: 9 mar. 2024.

¹⁸ Disponível em: <https://inhumas.go.gov.br/wp-content/uploads/2020/11/3-LEI-N-3.249.pdf> Acesso em: 9 mar. 2024.

¹⁹ Disponível em: <https://acessoainformacao.novaveneza.go.gov.br/cidadao/legislacao/decreto/id=42> Acesso em: 9 mar. 2024.

²⁰ Não localizado online.

²¹ Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/go/s/senador-canedo/lei-ordinaria/2012/170/1697/lei-ordinaria-n-1697-2012-dispoe-sobre-aprovacao-cio-plano-municipal-de-saneamento-basico-do-municipio-de-senador-canedo-e-da-outras-providencias?q=lei+1697> Acesso em: 9 mar. 2024.

²² Documento disponível em: <https://itco.org.br/trindade/plano-saneamento/media/Diagnostico%20Trindade.pdf> Acesso em: 9 mar. 2024.

²³ Conforme informação disponível em: <https://itco.org.br/trindade/plano-saneamento/#plano-saneamento> Acesso em: 9 mar. 2024.

possuem o sistema de coleta de esgoto operados pela BRK Ambiental. Dos 21 municípios da RMG, 11 não contavam com sistema de coleta de esgotamento sanitário. Chama atenção para o caso do município de Goianira, que aprovou a criação de um SAAE, todavia não há mais informações detalhadas sobre esse processo.

Quadro 5.3 – Prestador de Serviços de Saneamento na RMG, segundo natureza jurídica e tipo de serviço prestado.

MUNICÍPIOS	PRESTADOR DO SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO		
	Nome do prestador de serviços	Natureza jurídica	Tipo de serviço
Abadia de Goiás	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água e Esgoto
Aparecida de Goiânia	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água e Esgoto
Aparecida de Goiânia	BRK Ambiental	Empresa Particular	Esgoto
Aragoiânia	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água
Bela Vista de Goiás	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água e Esgoto
Bonfinópolis	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água
Brazabrantes	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água
Caldazinha	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água
Caturai	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água
Goianápolis	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água
Goiânia	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água e Esgoto
Goianira	Saneamento de Goiás S/A SAAE ²⁴	Sociedade de economia mista com administração pública Serviço de Autônomo de Água e Esgoto	Água e Esgoto
Guapó	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água e Esgoto
Hidrolândia	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água
Inhumas	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água e Esgoto
Nerópolis	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água

²⁴ Em 2022 o município criou o seu SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

Nova Veneza	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água
Santa Bárbara de Goiás	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água
Santo Antônio de Goiás	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água
Senador Canedo	Sistema Municipal de Saneamento	Autarquia	Água e Esgoto
Terezópolis de Goiás	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água e Esgoto
Trindade	Saneamento de Goiás S/A	Sociedade de economia mista com administração pública	Água e Esgoto
Trindade	BRK Ambiental	Empresa Particular	Esgoto

Fonte: SNIS, 2013; Visita Campo, 2017 e 2023. Adaptado pelos autores.

No que se refere às condições do Sistema de Abastecimento de Água na RMG, não houve alteração do registro em relação ao DCA-2017. Segue o detalhamento no Quadro 5.4 e o Quadro 5.5 apresenta informações sobre as Estações de Tratamento de Esgoto.

Quadro 5.4 - Condição do Sistema de Abastecimento na RMG

Municípios	Solução adotada	Tipo de sistema	Manancial Atual
Abadia de Goiás	Satisfatório	Isolado	superficial/misto
Aparecida de Goiânia	Adequação do sistema existente	Isolado	superficial/misto
Aragoiânia	Satisfatório	Isolado	Superficial
Bela Vista de Goiás	Adequação do sistema existente	Isolado	superficial/misto
Bonfinópolis	Adequação do sistema existente	Isolado	subterrâneo
Brazabrantes	Adequação do sistema existente	Isolado	superficial/misto
Caldazinha	Adequação do sistema existente	Isolado	superficial/misto
Caturai	Satisfatório	Isolado	superficial
Goianápolis	Adequação do sistema existente	Isolado	superficial/misto
Goiânia	Adequação do sistema existente	Integrado	superficial/misto
Goianira	Adequação do sistema existente	Isolado	Subterrâneo
Guapó	Adequação do sistema existente	Isolado	superficial/misto
Hidrolândia	Adequação do sistema existente	Isolado	superficial/misto
Inhumas	Adequação do sistema existente	Isolado	superficial/misto
Nerópolis	Adequação do sistema existente	Isolado	superficial/misto
Nova Veneza	Satisfatório	Isolado	subterrâneo
Santa Bárbara de Goiás	Adequação do sistema existente	Isolado	superficial
Santo Antônio de Goiás	Satisfatório	Isolado	subterrâneo
Senador Canedo	Adequação do sistema existente	Isolado	superficial/misto
Terezópolis	Satisfatório	Isolado	superficial

Trindade	Adequação do sistema existente	Integrado	superficial/misto
----------	--------------------------------	-----------	-------------------

Fonte: Visitas em Campo 2017 e Atlas Brasil - Volume 2 – ANA, 2010.

Quadro 5.5 - Municípios com Estação de Tratamento de Esgoto, ETE

MUNICÍPIOS	Nome do prestador de serviços	Tipo de serviço	Situação
Abadia de Goiás	Saneamento de Goiás S/A	Água e Esgoto	Possui ETE, faz coleta e tratamento na maior parte das residências.
Aparecida de Goiânia	Saneamento de Goiás S/A	Água e Esgoto	Possui ETE e divide o serviço com empresa particular.
Aparecida de Goiânia	BRK Ambiental	Esgoto	Possui ETE, faz coleta e tratamento na maior parte das residências.
Aragoiânia	Saneamento de Goiás S/A	Água	-
Bela Vista de Goiás	Saneamento de Goiás S/A	Água e Esgoto	Tem ETE, coleta e trata grande parte das residências.
Bonfinópolis	Saneamento de Goiás S/A	Água	-
Brazabrantes	Saneamento de Goiás S/A	Água	-
Caldazinha	Saneamento de Goiás S/A	Água	-
Caturai	Saneamento de Goiás S/A	Água	-
Goianópolis	Saneamento de Goiás S/A	Água	-
Goiânia	Saneamento de Goiás S/A	Água e Esgoto	Tem ETE.
Goianira	Saneamento de Goiás S/A	Água e Esgoto	Tem ETE, mas trata pequena parte das residências.
Guapó	Saneamento de Goiás S/A	Água e Esgoto	Tem ETE, mas trata pequena parte das residências.
Hidrolândia	Saneamento de Goiás S/A	Água	-
Inhumas	Saneamento de Goiás S/A	Água e Esgoto	Tem ETE que atende a toda a cidade.
Nerópolis	Saneamento de Goiás S/A	Água	-
Nova Veneza	Saneamento de Goiás S/A	Água	-
Santa Bárbara de Goiás	Saneamento de Goiás S/A	Água	-
Santo Antônio de Goiás	Saneamento de Goiás S/A	Água	-
Senador Canedo	Sistema Municipal de Saneamento de Senador Canedo	Água e Esgoto	Possui ETE.
Terezópolis de Goiás	Saneamento de Goiás S/A	Água e Esgoto	Possui ETE.
Trindade	Saneamento de Goiás S/A	Água e Esgoto	Possui ETE e divide o serviço com empresa particular.
Trindade	BRK Ambiental	Esgoto	Possui ETE, faz coleta e tratamento na maior parte das residências.

Fonte: Saneago, Sanesc, BRK Ambiental, 2022. Elaborado pelos autores.

Em comparação com os dados do SNS, 2013, que registrava o atendimento de 90,52% e 56,06% para água e esgoto na RMG, respectivamente, registrados no DCA-2917, mesmo com a inclusão de Santa Bárbara, os dados de 2022 apresentam uma ligeira melhora no sistema de abastecimento de água e uma ampliação no sistema de coleta de esgoto, conforme a Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - População atendida pelos serviços de água e esgoto, 2022

Unidade Geográfica	População abastecida com água tratada (%)	População atendida com coleta de esgoto (%)
Região Metropolitana de Goiânia	92,63	80,72(*)
Estado de Goiás	89	62,98
Brasil	84,23	55,54

(*) Dados do SNIS com base nos municípios que forneceram informações. Ou seja, não contém informações dos 21 municípios da RMG. Fonte: SNIS, 2022.

De forma semelhante os dados disponibilizados no SNIS 2022 indicam melhoria no atendimento dos serviços em relação a 2013, conforme a Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - População atendida com rede de água e esgoto na RMG no ano de 2022

Município	Pop.	Pop. Atendida com rede de abastecimento de água		Pop. Atendida com rede de abastecimento de esgoto	
		(hab.)	(%)	(hab.)	(%)
Abadia de Goiás	19128	6714+	35	3307	17
Aparecida de Goiânia	527796	494216+	94+	403566	76
Aragoiânia	11890	7041+	59	-	-
Bela Vista de Goiás	34445	22355+	59	15331	44
Bonfinópolis	10296	9379+	91+	-	-
Brazabrantes	3992	2436+	61	-	-
Caldazinha	4507	2265+	50	-	-
Caturaí	5184	4079+	79+	-	-
Goianópolis	13967	13967+	75	-	-
Goiânia	1437366	1414483+	98	1409133	98
Goianira	71916	45157+	63	17193	24
Guapó	19545	11832+	60	10352	53
Hidrolândia	27742	11416+	41	-	-
Inhumas	52204	50878+	97+	4119	79
Nerópolis	31932	28075+	88	-	-
Nova Veneza	9481	8801+	92	-	-

Santa Bárbara de Goiás	6149	6120	99	-	-
Santo Antônio de Goiás	7386	5929+	80	-	-
Senador Canedo	155635	135000	87	4501	3
Terezópolis de Goiás	7944	7201+	91	7201	79
Trindade	142421	125569+	88	98873	69
Total	2600936	2409394+	93	2099651	81

Fonte: SNIS, 2022.

Importante destacar que os dados do SNIS são preenchidos por meio de informações dos municípios. Para a população, muitos utilizam as estimativas demográficas existentes. As companhias de saneamento trabalham com a categoria economias ativas, muitas vezes, portanto, podem-se verificar divergências nas informações.

Os dados do Censo Demográfico do IBGE, 2022, trabalham com a caracterização do domicílio. Pelas Tabelas 5.3 e 5.4 é possível observar que ainda há uma demanda não atendida na RMG de domicílios com acesso à água ligada à rede geral.

Tabela 5.3 - Domicílios particulares permanentes ocupados, por existência de ligação à rede geral de distribuição de água e principal forma de abastecimento de água

Unidade Geográfica	População Possui - ligação à rede geral (%) (*)	População - Não possui ligação com a rede geral (%)
Região Metropolitana de Goiânia	80,65	19,34
Estado de Goiás	88,23	11,75
Brasil	87,43	12,57

(*) Foram consideradas as variáveis “Possui ligação à rede geral e a utiliza como forma principal” e “Possui ligação à rede geral, mas utiliza principalmente outra forma”

Fonte: Tabela 6803 - IBGE, 2022. Adaptado pelos autores.

Tabela 5.4 - Domicílios particulares permanentes ocupados, por existência de ligação à rede geral de distribuição de água e principal forma de abastecimento de água.

Brasil, Unidade da Federação e Município	Existência de ligação à rede geral de distribuição de água e principal forma de abastecimento de água (% Domicílios particulares permanentes ocupados)		
	Possui ligação à rede geral e a utiliza como forma principal	Possui ligação à rede geral, mas utiliza principalmente outra forma	Não possui ligação com a rede geral
Brasil	83,88	3,55	12,57
Goiás	84,54	3,69	11,77
Abadia de Goiás	63,3	8,62	28,08
Aparecida de Goiânia	72,3	8,77	18,93
Aragoiânia	60,61	4,17	35,22
Bela Vista de Goiás	64,7	2,49	32,82
Bonfinópolis	87,15	1,89	10,96

Brazabrant	84,88	0,9	14,21
Caldazinha	56,14	1,11	42,75
Caturai	75,23	3,87	20,9
Goianópolis	84,16	6,09	9,75
Goiania	95,41	1,92	2,67
Goianira	70,82	4,34	24,84
Guapó	83,22	4,2	12,58
Hidrolândia	49,69	7,12	43,2
Inhumas	86,6	4,31	9,09
Nerópolis	71,34	2,83	25,83
Nova Veneza	76,33	2,45	21,22
Santa Bárbara de Goiás	87,43	3,82	8,75
Santo Antônio de Goiás	81,25	4,97	13,78
Senador Canedo	91,35	2,94	5,71
Terezópolis de Goiás	74,89	3,12	21,99
Trindade	87,04	2,44	10,52

Fonte: Tabela 6803 - IBGE, 2022.

Em relação aos domicílios com acesso aos serviços de esgotamento sanitário, os desafios são ainda maiores, conforme a Tabela 5.5.

Tabela 5.5 - Domicílios particulares permanentes ocupados, por tipo de esgotamento sanitário

Brasil, Unidade da Federação e Município	Tipo de esgotamento sanitário (% Domicílios particulares permanentes ocupados)						
	Rede geral, rede pluvial ou fossa ligada à rede	Fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede	Fossa rudimentar ou buraco	Vala	Rio, lago, córrego ou mar	Outra forma	Não tinham banheiro nem sanitário
Brasil	64,69	12,72	18,14	1,36	1,91	0,68	0,51
Goiás	53,57	20,52	25,58	0,06	0,09	0,11	0,06
Abadia de Goiás	17,5	11,24	71,04	0,08	-	0,13	0,02
Aparecida de Goiânia	60,76	21,97	17,22	0,01	0	0,03	0,01
Aragoiânia	4,37	2,13	93,12	0,22	0,02	0,15	-
Bela Vista de Goiás	40,66	22,74	36,45	0,11	0,01	0,02	0,02
Bonfinópolis	1,5	12,35	86,1	0,05	-	-	-
Brazabrant	0,97	9,11	89,86	0,06	-	-	-
Caldazinha	1,29	17,84	80,76	0,06	-	-	0,06
Caturai	3,57	63,56	32,82	-	-	0,05	-
Goianópolis	3,78	74,87	21,25	0,02	0,02	0,02	0,04
Goiania	79,19	12,42	8,18	0,01	0,12	0,08	0,01
Goianira	26,37	41,63	31,94	0,02	-	0,04	0
Guapó	48,69	28,7	22,4	0,08	0,01	0,06	0,06
Hidrolândia	10,16	53,74	35,9	0,04	0,01	0,07	0,07
Inhumas	61,96	27,66	10,16	0,01	0,1	0,08	0,03
Nerópolis	2,63	37,9	59,2	0,06	0,12	0,06	0,03
Nova Veneza	2,45	29,76	67,55	0,09	-	0,14	-
Santa Bárbara de Goiás	1,29	16,74	81,97	-	-	-	-
Santo Antônio de Goiás	0,72	43,28	56	-	-	-	-
Senador Canedo	11,33	49,5	39,09	0,03	0	0,02	0,02
Terezópolis de Goiás	56,24	18,9	24,61	-	-	0,07	0,18
Trindade	49,54	20,21	30,17	0,02	0	0,05	0,01

Fonte: Tabela 6805 - IBGE, 2022.

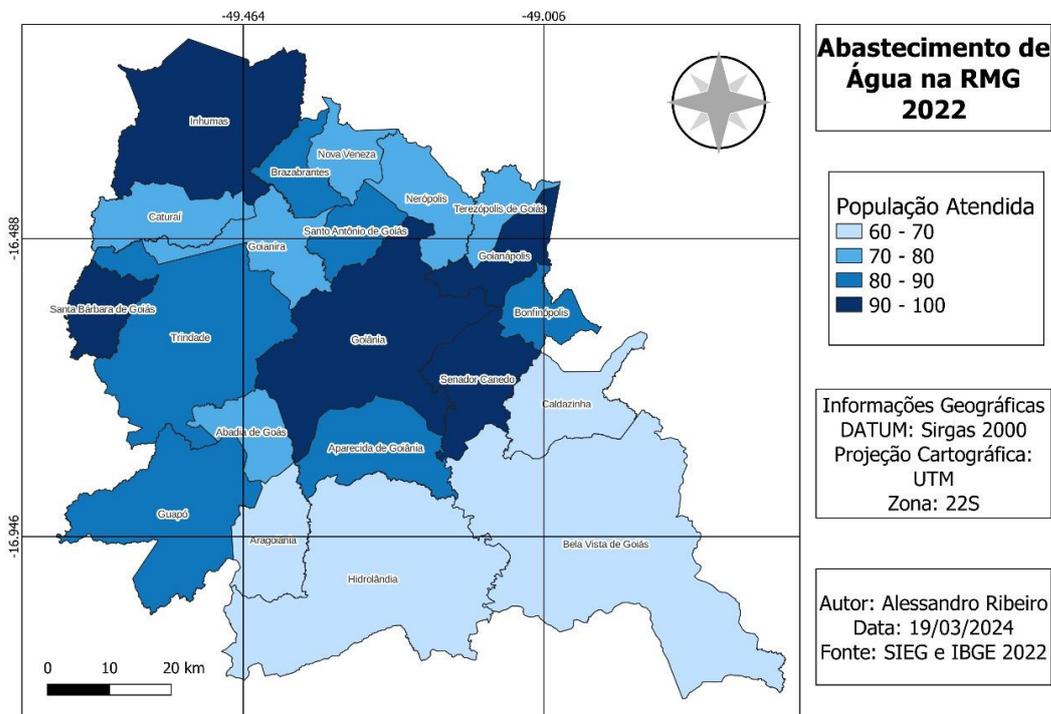
As Figuras 5.2 e 5.3 espacializam os domicílios com água e esgoto com base no Censo 2022.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS

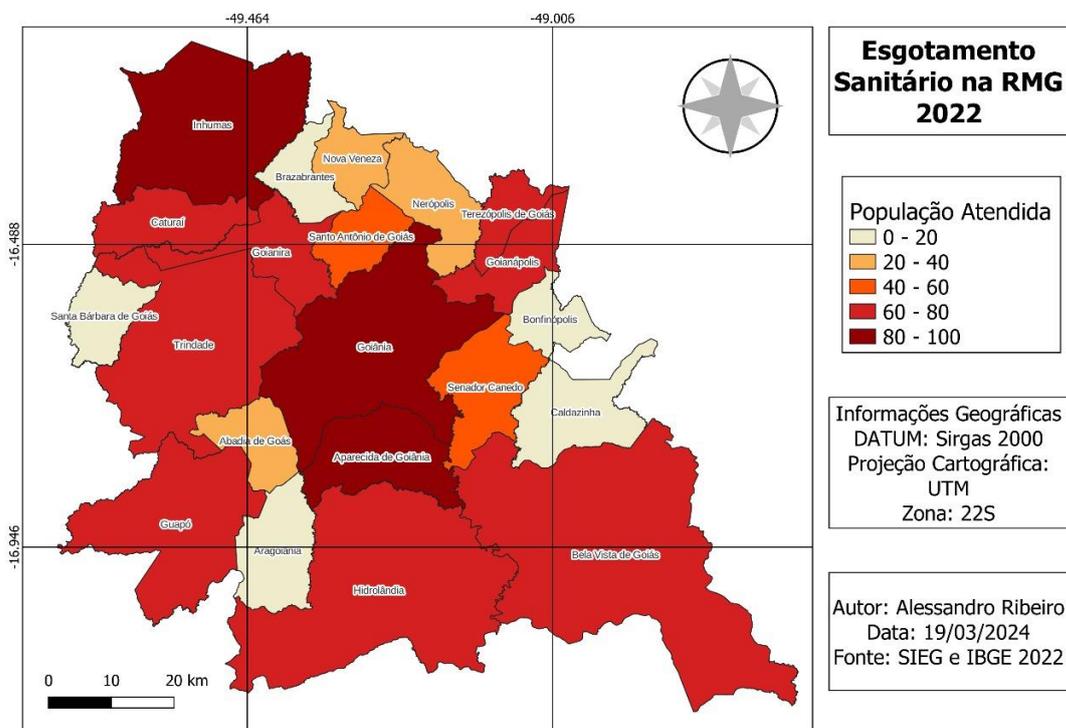


Figura 5.2 - Abastecimento de Água na RMG, 2022



Fonte: IBGE, 2022. Elaborado por Alessandro Ribeiro.

Figura 5.3 - Domicílios com coleta de Estogo na RMG, 2022



Fonte: IBGE, 2022. Elaborado por Alessandro Ribeiro.

5.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) está delimitada pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que tem a finalidade de orientar as ações estratégicas na área ambiental, visando a resultados significativos para o desenvolvimento ambientalmente sustentável e socialmente justo. Passados quase 15 anos de sua promulgação, a eliminação dos lixões ainda segue sendo um desafio para os municípios, tendo o ano de 2024 como um novo marco para sua realização.

A elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, instituído por meio do Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022, trouxe novas perspectivas para a melhoria das condições ambientais na gestão dos resíduos. Dentre suas metas, o Planares aponta para a recuperação de 50% dos resíduos em 20 anos e a reciclagem dos resíduos da construção civil em 25%. Em Goiás, conforme já mencionado, o governo aderiu, em 2023, ao Programa Lixão Zero, buscando orientar para a finalização dos lixões ainda em 2024. Para sua execução, estabeleceu fases de transição, sendo a primeira a definição de estratégias, medidas e ações de curto prazo em favor do destino final adequado dos resíduos sólidos e da redução dos materiais a serem aterrados. Na fase definitiva, Estado e municípios trabalharão de forma conjunta para soluções regionalizadas para a gestão dos resíduos, em conformidade com a Lei Estadual nº 182/2023²⁵.

De se destacar que a existência dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos continua sendo um instrumento fundamental para o planejamento dos municípios. Contudo, dos 21 municípios da RMG, apenas 11 possuem estudos ou lei, conforme o Quadro 5.6. Contudo, poucos documentos encontram-se disponíveis para consulta pública.

Considerando a coleta de resíduos sólidos urbanos, com exceção de Caldazinha e Caturai, cujo serviço abrange 85,27% e 86,09% dos domicílios, respectivamente, todos os demais da RMG atendem a mais de 90% dos domicílios com coleta, sendo em quatro este percentual superior a 99%, conforme a Tabela 5.6

²⁵ Disponível em <https://www.casacivil.go.gov.br/noticias/10277-governo-de-goi%C3%A1s-e-prefeituras-discutem-fim-dos-lix%C3%B5es-no-estado.html#:~:text=O%20programa%20Lix%C3%A3o%20Zero%22%20est%C3%A1,de%20res%C3%ADduos%20a%20serem%20aterrados>. Acesso em: 10 mar. 2024.

Com relação à disposição final de resíduos sólidos, 11 municípios da RMG contam com lixão, enquanto cinco possuem aterros com licença válida da Semad e os demais com aterro sem o registro de licença ambiental, conforme a Figura 5.4.

Quadro 5.6. Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Municípios da RMG

Município	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
Abadia de Goiás	Lei Municipal nº 469 de 6 de junho de 2013 ²⁶ .
Aparecida de Goiânia	Lei Municipal nº 3.297 de 21 de dezembro de 2015 ²⁷ .
Bonfinópolis	Possui o estudo do PMGIRS, mas não está com número de Lei. ²⁸
Caldazinha	Lei Municipal nº 458 de 5 de dezembro de 2016 ²⁹ .
Caturai	Possui o estudo do PMGIRS, mas não está com número de Lei.
Goiânia	Possui o estudo do PMGIRS, mas não está com número de Lei.
Goianira	Possui o estudo do PMGIRS, mas não está com número de Lei.
Inhumas	Lei Ordinária nº 3149/2018 de 24 de setembro de 2018 ³⁰
Santo Antônio de Goiás	Possui o estudo do PMGIRS, mas não está com número de Lei ³¹ .
Senador Canedo	Lei Municipal nº 1.784, de 28 de abril de 2014 ³² .
Trindade	Possui o estudo do PMGIRS, mas não está com número de Lei.

Fonte: Pesquisa documental, fevereiro 2024.

²⁶ Disponível em: <https://acessoainformacao.abadiadegoias.go.gov.br/legislacao/lei/id=467> Acesso em: 10 mar. 2024.

²⁷ Disponível em: <https://camaradeaparecida.go.gov.br/legislacoes/lei-municipal-3297-2015/> Acesso em: 10 mar. 2024.

²⁸ Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/bonfinopolis-go/> Acesso em: 10 mar. 2024.

²⁹ Disponível em: https://leis.caldazinha.go.gov.br/leis/387/lei-458-2016?previousFilters=search_458 Acesso em: 10 mar. 2024.

³⁰ Disponível em: <https://camarainhumas.go.gov.br/legislacao/lei-ordinaria-no-3149-2018/> Acesso em: 10 mar. 2024.

³¹ Informação disponível em <https://infosanbas.org.br/municipio/santo-antonio-de-goias-go/> Acesso em: 10 mar. 2024.

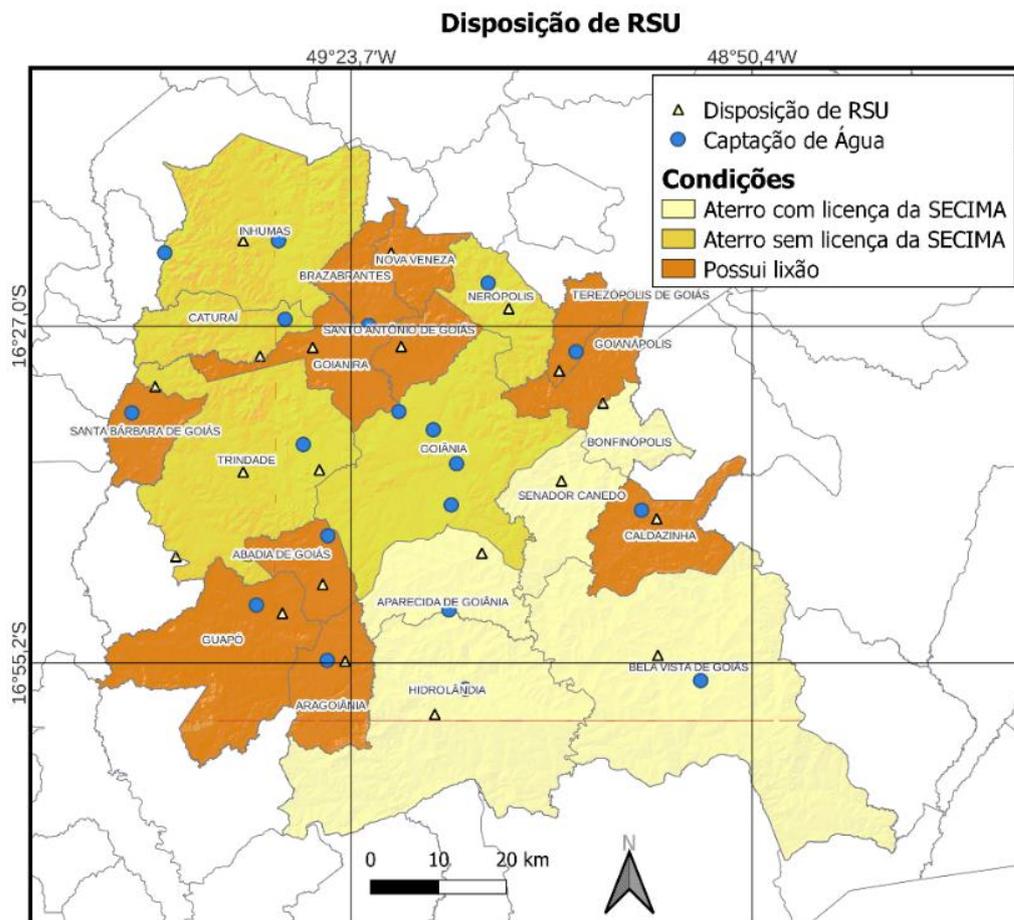
³² Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/go/s/senador-canedo/lei-ordinaria/2014/178/1784/lei-ordinaria-n-1784-2014-altera-e-revoga-lei-municipal-n-1662-12-que-dispoe-sobre-a-aprovacao-do-plano-municipal-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos-do-municipio-de-senador-canedo-e-da-outras-providencias> Acesso em: 10 mar. 2024.

Tabela 5.6 - Domicílios particulares permanentes ocupados, por destino do lixo

Brasil, Unidade da Federação e Município	Destino do lixo (%Domicílios particulares permanentes ocupados)				
	Coletado	Queimado na propriedade	Enterrado na propriedade	Jogado em terreno baldio, encosta ou área pública	Outro destino
Brasil	91,71	7,11	0,27	0,59	0,32
Goiás	94,38	4,64	0,28	0,24	0,45
Abadia de Goiás	98,15	1,69	0,08	0,02	0,06
Aparecida de Goiânia	99,61	0,29	0,02	0,01	0,07
Aragoiânia	93,59	5,14	0,58	0,11	0,58
Bela Vista de Goiás	91,17	6,87	0,67	0,06	1,22
Bonfinópolis	97,00	2,76	0,16	-	0,08
Brazabrantes	93,73	5,43	0,84	-	-
Caldazinha	85,26	12,81	1,7	-	0,23
Caturai	86,09	11,52	1,07	0,51	0,82
Goianápolis	97,07	2,34	0,1	0,04	0,45
Goiânia	99,78	0,1	0,01	0,04	0,08
Goianira	99,00	0,72	0,08	0,13	0,08
Guapó	95,33	4,23	0,42	-	0,03
Hidrolândia	90,82	7,17	0,41	0,89	0,71
Inhumas	95,76	2,78	0,16	0,65	0,65
Nerópolis	97,98	1,17	0,11	0,01	0,73
Nova Veneza	92,81	5,05	0,26	1,73	0,14
Santa Bárbara de Goiás	93,61	2,58	0,58	-	3,24
Santo Antônio de Goiás	97,23	2,47	0,19	-	0,11
Senador Canedo	99,32	0,4	0,02	0,17	0,09
Terezópolis de Goiás	96,42	3,09	0,43	-	0,07
Trindade	98,77	1,01	0,06	0,04	0,11

Fonte: Tabela 6892 - IBGE, 2022.

Figura 5.4 - Mapa de Disposição de Resíduos Sólidos na RMG.



Fonte: SIEG. Elaborado por Alessandro Ribeiro.

5.4 DRENAGEM

Este documento não se aprofundou nas condições específicas de drenagem dos municípios da RMG, mas debruçou-se sobre os elementos comuns da drenagem natural, com destaque para os recursos hídricos.

Contudo, num momento de ocorrência dos eventos extremos, destaca-se a necessidade de fomento a pesquisas aprofundadas sobre o tema que se dediquem ao mapeamento das áreas de risco e à produção de informações no nível municipal, de tal forma que se possa apoiar a tomada de decisões em âmbito local. Tais estudos poderão subsidiar, num futuro próximo, o delineamento de ações comuns em nível metropolitano.

5.5 DIRETRIZES

Considerando os elementos apresentados no capítulo, e o resgate do que foi apresentado pelo DCA-2017, apresenta-se o Quadro 5.7.

Quadro 5.7 - Quadro síntese sobre saneamento básico na RMG, com diagnóstico, prognóstico e diretrizes para essas áreas

Diagnóstico	Prognóstico	Diretrizes
Cerca de 92,63% da população da RMG abastecida com água tratada	População com bons indicadores de saúde e de qualidade de vida	Universalização do atendimento Necessidade de manutenção e ampliação da rede para atendimento das metas de universalização Execução de novas redes e integração dos subsistemas
Treze municípios possuem Plano Municipal de Saneamento Básico	Faltam transparência e divulgação das ações de gestão a serem executadas pelo município	Priorizar a elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico
Onze municípios não possuem sistema de coleta de esgoto	Ineficiência na gestão dos resíduos Contaminação do ecossistema e exposição da população a doenças	Universalização do atendimento Necessidade de manutenção e implantação de redes coletoras Implantação ou ampliação dos sistemas de tratamento de esgoto coletado Execução de novas redes e integração dos subsistemas
Existência de descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos Onze municípios da RMG possuem lixão a céu aberto	Exposição da biodiversidade local e da população humana aos resíduos dispostos de maneira irregular Possível contaminação de lençóis freáticos	Necessidade de adequação dos aterros sanitários Implantação e adequação de Aterros Sanitários Fortalecimento de estratégias e ações para a redução dos resíduos destinados ao aterro

<p>Não disponibilização pública dos documentos relativos aos Planos Municipais de Saneamento e Resíduos Sólidos</p>	<p>Falta de transparência e diálogo com os cidadãos a respeito do planejamento e gestão em saneamento e resíduos sólidos</p>	<p>Atualização e/ou elaboração dos Planos Municipais de Saneamento e de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Inclusão de instrumentos de participação e diálogo com os cidadãos Disponibilização dos documentos em canais de fácil acesso pela população</p>
---	--	---

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#:~:text=%E2%80%9CEstabelece%20as%20diretrizes%20nacionais%20para,11%20de%20maio%20de%201978.%E2%80%9D Acesso em: 10 mar. 2024.

GOIÁS. **Decreto nº 10.281, de 4 de julho de 2023.** Aprova o Regimento Interno Provisório das Microrregiões de Saneamento Básico do Estado de Goiás – MSBs do Oeste, do Centro e do Leste. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/107386/decreto-10281 Acesso em: 10 mar. 2024. 2023b.

GOIÁS. **Lei Complementar nº 182, de 22 de maio de 2023.** Institui as Microrregiões de Saneamento Básico – MSBs, suas respectivas estruturas de governança. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/107157/pdf> Acesso em: 10 mar. 2024. 2023^a.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Portal Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6> Acesso em: 10 mar. 2024.

6 COVID-19 E OS DESAFIOS DAS DOENÇAS EMERGENTES E REEMERGENTES

Profa. Dra. Katia Alcione Kopp, doutora em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás – Escola de Engenharia Civil e Ambiental. E-mail: kakopp@ufg.br

Anna Beatriz Silva de Oliveira, graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Goiás – Escola de Engenharia Civil e Ambiental. E-mail: oliveira.beatriz@discente.ufg.br

6.1 INTRODUÇÃO

Em 30 janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou que um novo coronavírus (SARS-CoV-2), descoberto na China no início de janeiro do mesmo ano e que vinha causando vários casos de pneumonia desde dezembro de 2019, se constituía uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) – o mais alto nível de alerta da Organização, conforme previsto no Regulamento Sanitário Internacional.

Segundo a OMS (2024), ao longo da história recente da humanidade, é a sexta vez que uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional é declarada. As outras foram: a pandemia de H1N1 em 2009; a disseminação internacional de poliovírus em 2014; o surto de ebola na África Ocidental em 2014; o vírus zika e aumento de casos de microcefalia e outras malformações congênitas em 2016; e o surto de ebola na República Democrática do Congo em 2018.

Em março de 2020, a OMS declarou que a Covid-19, a doença causada pelo vírus SARS-CoV-2, se tornara uma pandemia, ou seja, a doença tinha ampliado a sua distribuição geográfica e agora ocupava quase todo o globo.

Mais tarde alguns profissionais de saúde argumentaram que a doença Covid-19 se tratava de uma sindemia e não uma pandemia. A sindemia é caracterizada pela interação entre duas ou mais doenças de natureza epidêmica que, de acordo com os contextos social, econômico e ambiental das populações, potencializam a interação entre as doenças coexistentes (Singer; Clair, 2003; Singer *et al.*, 2017). Dessa forma, as doenças tendem a ser afetadas desproporcionalmente pela

pobreza, exclusão social, estigmatização, violência estrutural, problemas ambientais, dentre outros (Mendenhall *et al.*, 2017).

De fato, isso foi percebido no caso da Covid-19, pois ela interage com outras condições de saúde preexistentes, como doenças cardiovasculares, diabetes e obesidade, que podem aumentar o risco de complicações e morte pela doença. Além disso, a pandemia impacta de forma desproporcional comunidades vulneráveis, ampliando as desigualdades sociais e de saúde.

Ademais, sabe-se que a relação entre problemas ambientais e pandemias, como a Covid-19, é complexa e possui múltiplos fatores influenciadores. Fatores ambientais, incluindo qualidade do ar, temperatura e umidade, podem impactar a transmissão e a gravidade do vírus (Ali, 2020; Firmansyah *et al.*, 2021). As atividades humanas, como a destruição de habitats, a agricultura intensiva e o comércio de animais vivos também podem contribuir para o surgimento e propagação de doenças zoonóticas como a Covid-19 (Mishra *et al.*, 2021; Barouki *et al.*, 2020).

As grandes cidades e regiões metropolitanas enfrentam muitos desafios quando se trata da propagação de doenças emergentes e reemergentes devido a uma grande variedade de fatores. Hamidi *et al.* (2020) destacam o papel da conectividade, sendo as grandes áreas metropolitanas mais vulneráveis a surtos pandêmicos.

Campbell e Campbell (2007) enfatizam o impacto do crescimento urbano, da poluição atmosférica e de infraestruturas inadequadas na propagação de doenças, especialmente entre as pessoas mais pobres. Mccally *et al.* (2001) sublinham a importância da saúde dos ecossistemas, do controle dos vetores, da comunicação dos riscos e das infraestruturas de saúde pública no tratamento das doenças emergentes nas zonas urbanas.

Além desses fatores, a deficiência do saneamento básico também tem sido associada à disseminação de doenças emergentes e reemergentes em grandes cidades e regiões metropolitanas. Um estudo de Santiago-Alarcon e MacGregor-Fors (2020) destacou o papel da urbanização na criação de oportunidades para a transmissão de patógenos, com sistemas de saneamento deficientes aumentando o risco de infecção.

Mmom e Mmom (2011) identificaram a gestão do lixo doméstico como um fator de risco para diarreia em Port Harcourt, na Nigéria. Andreazzi *et al.* (2007) enfatizaram ainda a necessidade de uma melhor compreensão da relação entre saneamento e saúde nas áreas urbanas. Por fim, Cavalcanti *et al.* (2021) constataram que as doenças associadas ao saneamento ambiental inadequado na RMG causaram um número significativo de hospitalizações, mortes e encargos financeiros para o sistema público de saúde.

De se destacar que todos esses fatores mencionados representam um desafio significativo para as regiões metropolitanas brasileiras, como a Região Metropolitana de Goiânia (RMG), exigindo abordagens integradas e holísticas para compreender os elementos que podem contribuir para o agravamento na disseminação de doenças emergentes e reemergentes. Além disso, é crucial identificar as medidas que os municípios podem adotar para promover a saúde de sua população.

No presente texto é realizada uma análise do perfil epidemiológico dos casos e óbitos por Covid-19 na Região Metropolitana de Goiânia. Adicionalmente são discutidos a relação entre o saneamento básico e a Covid-19; a importância das soluções baseadas na natureza para o enfrentamento às mudanças climáticas e aos desafios urbanos e, por fim, são sintetizados o diagnóstico, o prognóstico e propostas, algumas diretrizes para a RMG para o enfrentamento de doenças emergentes e reemergentes.

6.2 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS DA COVID-19 PARA A RMG

Foram coletados dados de casos e óbitos confirmados para os anos de 2020 a 2023, nos municípios da RMG. Os dados foram obtidos por meio do portal Covid-19 da Secretaria Estadual de Saúde de Goiás (disponível em: <https://indicadores.saude.go.gov.br/covid19>).

Salienta-se que todos os dados de casos e óbitos confirmados de Covid-19 presentes no referido portal são provenientes dos Sistemas de Informação do Ministério da Saúde (e-SUS Notifica e Sivep Gripe).

Os gráficos foram realizados em ambiente R (R Core Team, 2023) com o auxílio do pacote GGplot2 (Wickham, 2016). Para tanto, foram utilizados os valores totais de casos e óbitos em diferentes escalas temporais e espaciais, além do cálculo da incidência e mortalidade com base nos dados populacionais para os anos de 2020 a 2023. Para a representação cartográfica das variáveis de mortalidade e incidência foi utilizado o método de “quebras naturais” com base no desvio padrão também com o auxílio do pacote GGplot2.

Para o cálculo da incidência, utilizou-se a Eq 6.1:

$$\text{Taxa de incidência} = \frac{\text{Número de casos de Covid 19}}{\text{População residente no ano}} \times 10.000 \text{ habitantes} \quad (\text{Eq. 6.1})$$

Já para o cálculo da taxa de mortalidade usou-se a Eq 6.2:

$$\text{Taxa de mortalidade} = \frac{\text{Número de casos de óbitos por Covid 19}}{\text{População residente no ano}} \times 1000 \text{ habitantes} \quad (\text{Eq. 6.2})$$

6.2.1 Área de estudo

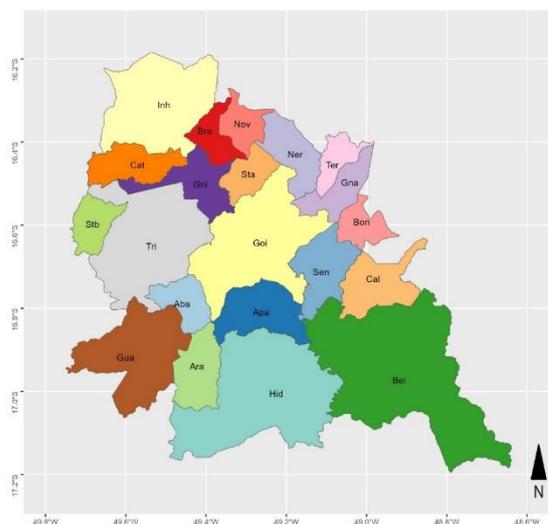
A RMG, composta por 21 municípios (LCE nº 139/2018), possui um contingente de cerca de 2,6 milhões de habitantes, o que representa 36,7% da população estadual (Tabela 6.1 e Figura 6.1). Já a população de Goiânia em relação à região metropolitana representa 55,3% (IBGE, 2022).

Tabela 6.1 - Municípios que compõem a Região Metropolitana de Goiânia e suas respectivas populações

Municípios	População estimada			
	2020	2021	2022	2023
Abadia de Goiás	8958	9158	19128	20156
Aparecida de Goiânia	590146	601844	527796	546531
Aragoiânia	10496	10680	11890	11729
Bela Vista de Goiás	30492	31004	34445	34509
Bonfinópolis	9919	10120	10296	10491
Brazabrantes	3746	3812	3992	3987
Caldazinha	3848	3900	4407	4462
Caturai	5101	5132	5184	5450
Goianópolis	11224	11217	13967	13737
Goiânia	1536097	1555626	1437366	1462628
Goianira	45296	46278	71916	72465
Guapó	14207	14206	19545	17746
Hidrolândia	22124	22533	27742	28367
Inhumas	53259	53655	52204	54146
Nerópolis	30395	30931	31932	34698
Nova Veneza	10018	10193	9481	9236
Santa Bárbara de Goiás	6634	6701	6149	6218
Santo Antônio de Goiás	6440	6593	7386	7676
Senador Canedo	118451	121447	155635	159271
Terezópolis de Goiás	8186	8326	7944	8095
Trindade	129823	132006	142431	149451

Fonte: Banco de Dados Estatísticos de Goiás, Instituto Mauro Borges – 2024 (dados disponíveis em: <http://www.sieg.go.gov.br/bdegeo/>) e IBGE (2022).

Figura 6.1 - Municípios que integram a Região Metropolitana de Goiânia (RMG). Fonte: IMB. Adaptado pelas autoras.



Aba = Abadia de Goiás; Apa = Aparecida de Goiânia; Ara = Aragoiânia; Bel = Bela Vista de Goiás; Bom = Bonfinópolis; Bra = Brazabrantes; Cal = Caldazinha; Cat = Caturai; Gna = Goianópolis; Goi = Goiânia; Gni = Goianira; Gua = Guapó; Hid = Hidrolândia; Inh = Inhumas; Ner = Nerópolis; Nov = Nova Veneza; Stb = Santa Bárbara de Goiás; Sta = Santo Antônio de Goiás; Sen = Senador Canedo; Ter = Terezópolis de Goiás; Tri = Trindade.

O dinamismo da Região Metropolitana tem chamado a atenção devido ao crescimento que vem apresentando. Conforme Haddad *et al.* (2023) observaram, os dados do Censo 2022 corroboram tendências previamente identificadas em outras pesquisas demográficas, bem como em censos anteriores. Foi constatado que a população da Região Metropolitana de Goiânia (RMG) figura entre aquelas com maior crescimento no Brasil, em contraste com algumas áreas que diminuíram em tamanho. A RMG registrou a segunda maior taxa média geométrica de crescimento anual da população residente no período de 2010 a 2022, atingindo 1,49% ao ano, sendo superada apenas por Florianópolis (SC), que apresentou um crescimento de 2,47%.

Ainda segundo Haddad *et al.* (2023), esse crescimento expressivo pode ser justificado pelas condições de vida nas aglomerações maiores que levam a população a preferir residir em localidades onde possam encontrar melhor qualidade de vida e maiores facilidades. Aliado a isso, o fator econômico também tem peso na escolha das pessoas em residir em uma cidade ou outra dentro da RMG, uma vez que, nas cidades maiores, os imóveis se valorizam mais rapidamente, o que motiva a venda para aquisição de outros em regiões de menor valor em cidades vizinhas.

6.3 PANORAMA DA COVID-19 NA RMG ENTRE OS ANOS DE 2020 E 2023

6.3.1 Casos confirmados de Covid-19 na RMG

A distribuição do número de casos confirmados de Covid-19 entre os municípios foi bastante desigual. Em todos os anos analisados, Goiânia se destaca com os maiores números de casos registrados (Figura 6.2). Desde o início da pandemia, um estudo conduzido por Oliveira *et al.* (2020) identificou o município de Goiânia como tendo o maior índice de contaminação. Segundo os autores, isso pode ser justificado pela dinâmica metropolitana da cidade, que inclui a concentração de serviços, um polo de negócios, indústrias e, conseqüentemente, promove e incentiva o intercâmbio, as atividades culturais e, por conseguinte, aglomerações humanas.

Outro fato que se percebe pela Figura 6.2 é que os maiores números de casos, em quase todas as cidades da RMG, foram registrados nos anos de 2021 e 2022, ou seja, mais de um ano após a Covid-19 ter sido caracterizada pela OMS como uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII). Isso pode estar relacionado ao fato de que, no início da pandemia, os registros não eram tão precisos, já que ainda não existiam métodos de testagem em massa da população. Além disso, os registros poderiam sofrer com falta de qualidade devido ao desconhecimento da doença. Na verdade, mesmo com o avanço da pandemia e o maior conhecimento sobre a doença, acredita-se que muitos casos no mundo todo foram subnotificados.

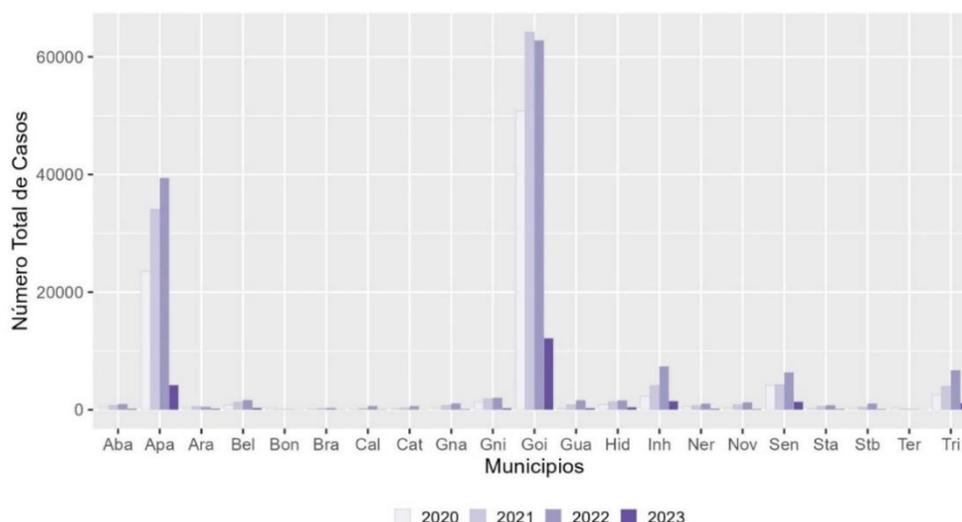
De fato, um estudo da Organização Mundial de Saúde (OMS, 2023) mostra que o número total de mortes associadas direta ou indiretamente à pandemia de Covid-19 (descrito como “excesso de mortalidade”) entre 1 de janeiro de 2020 e 31 de dezembro de 2021 foi de aproximadamente 14,9 milhões (intervalo de 13,3 milhões a 16,6 milhões).

Segundo a OMS (2023), o excesso de mortalidade é determinado pela diferença entre o número de óbitos registrados e o número projetado em circunstâncias normais, com base em dados de anos anteriores, sem a influência da pandemia. Essa estatística abrange tanto os óbitos diretamente relacionados à Covid-19 (causados pela doença) quanto os indiretos (resultantes do impacto da pandemia nos sistemas de saúde e na sociedade). As mortes indiretamente ligadas à doença são aquelas atribuídas a outras condições de saúde, nas quais as pessoas

não conseguiram receber tratamento ou prevenção devido ao colapso dos sistemas de saúde sobrecarregados pela pandemia.

Esses dados demonstram que doenças emergentes³³ como a Covid-19 representam uma preocupação crescente em um mundo onde a densidade populacional nas megalópoles e o intenso fluxo entre regiões globais devido às viagens aéreas estão em constante aumento. Além disso, as mudanças ambientais estão contribuindo para alterações climáticas que potencializam ainda mais os desafios a serem enfrentados em grandes agrupamentos populacionais.

Figura 6.2 - Número de casos confirmados de Covid-19 registrados nos municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023



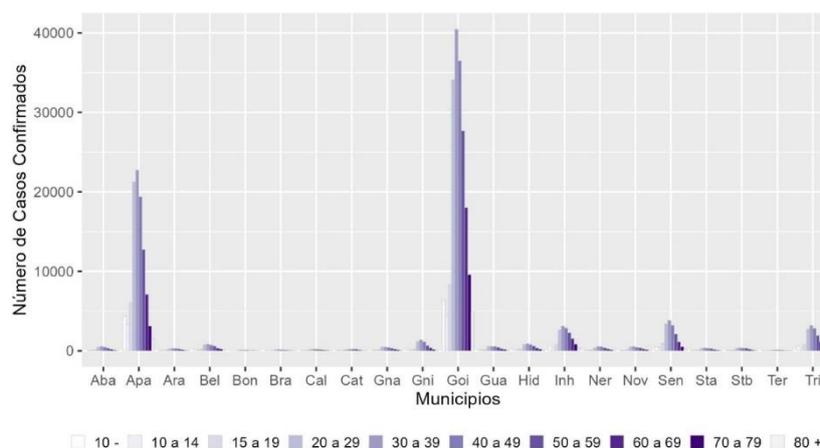
Fonte: Portal Covid-19/SES/GOIÁS. Organizado pelas autoras.

Em relação à faixa etária que registrou o maior número de casos de Covid-19, temos as pessoas situadas entre 30 e 39 anos, com um total de 80.887 casos (Figura 6.3). Em seguida, a faixa etária de 40 a 49 anos e a de 20 a 29 anos, com 71.337 e 70.847 casos, respectivamente. Estudos abordando o perfil epidemiológico da Covid-19 em outras regiões do Brasil também registraram um maior número de casos em faixas etárias de 30 a 39 anos (Paiva *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2021). O maior registro de casos de Covid-19 nesse intervalo de idade pode estar associado ao fato de que as pessoas nessa faixa etária estão mais ativas economicamente, o

³³Doenças emergentes são doenças infecciosas novas ou identificadas recentemente que têm impacto no ser humano por sua gravidade e cuja incidência aumentou nas últimas décadas ou tende a aumentar em um futuro próximo (Morse, 1995).

que implica maior exposição a ambientes de trabalho e interações sociais. Além disso, pode haver um menor senso de gravidade em relação ao vírus nessa faixa etária, levando a comportamentos de risco.

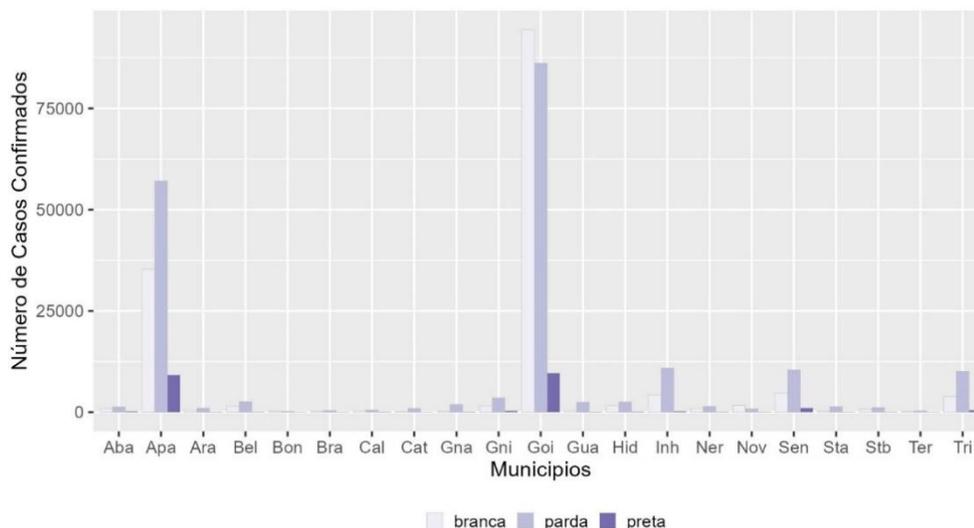
Figura 6.3 - Número de casos confirmados de Covid-19 registrados, segundo a faixa etária, nos municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023



Fonte: Portal Covid-19/SES/GOIÁS. Organizado pelas autoras.

No que se refere à raça/cor, a maioria dos casos ocorreu na população parda em 20 municípios da RMG, representando 95,3% dos casos (Figura 6.4). A única exceção foi observada em Goiânia, onde houve um maior número de casos entre a população branca. De acordo com os dados do Censo 2022 (IBGE, 2022), aproximadamente 92,1 milhões de pessoas (ou 45,3% da população do país) se autodeclararam como pardas, indicando a primeira vez, desde 1991, que esse grupo se tornou predominante.

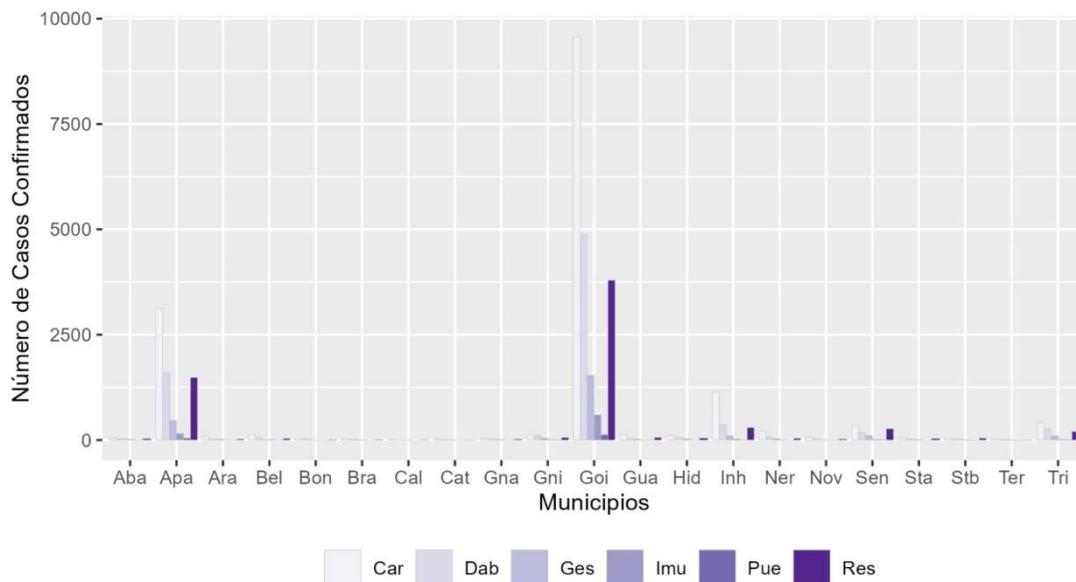
Figura 6.4 - Número de casos confirmados de Covid-19 registrados, segundo raça/cor, nos municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023



Fonte: Portal Covid-19/SES/GOIÁS. Organizado pelas autoras.

Quando se relaciona o número de casos com fatores de risco, percebe-se que o maior fator de risco registrado para todos os municípios da RMG foram as doenças cardiovasculares, com 15.722 casos registrados (Figura 6.5). Em seguida, vieram a diabetes e as doenças respiratórias, com 7890 e 6501 casos registrados, respectivamente. Outros estudos também encontraram as doenças cardiovasculares e diabetes como as principais comorbidades associadas à Covid-19 no Brasil (Pachiega *et al.*, 2020, Garces *et al.*, 2020; Jardim *et al.*, 2022; Gomes *et al.*, 2022). Segundo os estudos, essas condições aumentam significativamente a prevalência da Covid-19, levando a um risco maior de casos graves e morte, o que será discutido mais adiante neste texto.

Figura 6.5 - Número de casos confirmados de Covid-19 registrados, segundo fatores de risco, nos municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023



municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023

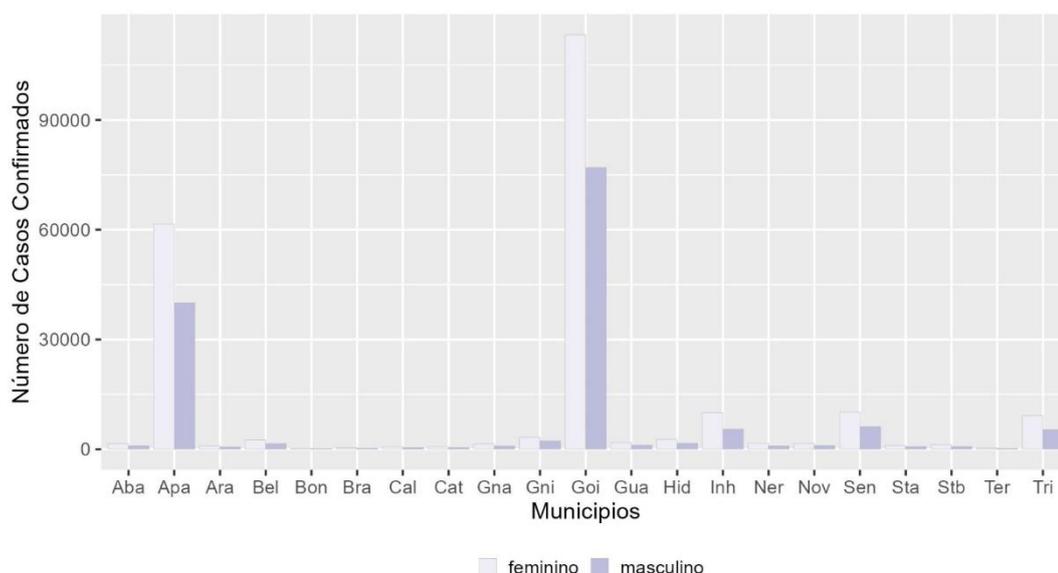
Legenda: Car = doença cardiovascular; Dab = diabetes; Ges = gestante; Imu = Imunossupressão; Pue = puérpera; Res = Doença respiratória.

Fonte: Portal Covid-19/SES/GOIÁS. Organizado pelas autoras.

No que tange ao sexo, todos os municípios apresentaram o maior número de casos no sexo feminino (Figura 6.6). Ancochea *et al.* (2021) também encontraram um maior número de registros de casos de Covid-19 em mulheres. De 4.780 pacientes do estudo, com diagnóstico de Covid-19 confirmado por teste, 2.443 (51%) eram mulheres.

Um estudo realizado pela Organização Pan Americana de Saúde (OPAS, 2021) que analisou o desfecho de saúde e Covid-19 nas Américas, verificando as diferenças entre os sexos, constatou que não há diferença importante de sexo no número absoluto de casos da região, com 50% dos casos ocorrendo no sexo feminino. Observa-se um pequeno aumento na proporção de diagnósticos de Covid-19 em homens apenas nas faixas etárias mais avançadas. No entanto, em relação à gravidade no desfecho da doença, os homens tendem a ser mais afetados.

Figura 6.6 - Número de casos confirmados de Covid-19 registrados, segundo sexo, nos municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023

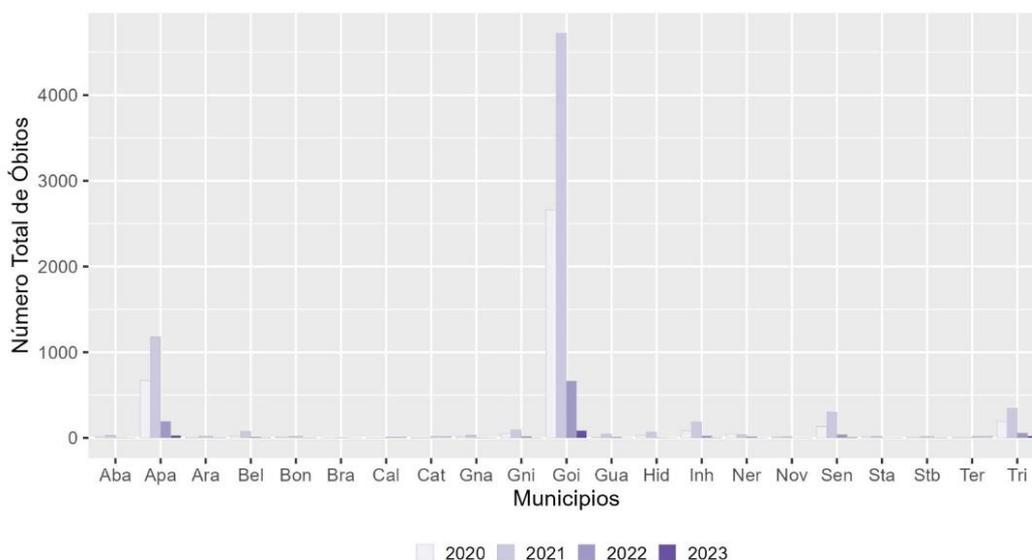


Fonte: Portal Covid-19/SES/GOIÁS. Organizado pelas autoras.

6.3.2 Óbitos por Covid-19 na RMG

No que diz respeito aos óbitos por Covid-19 na RMG, o ano de 2022 registrou o maior número de óbitos em todos os municípios (Figura 6.7). O ano com maior número de mortes por Covid-19 no Brasil não é explicitamente mencionado nos trabalhos de pesquisa e há muitas diferenças entre estados e cidades analisadas. No entanto, um estudo de Orellana *et al.* (2021) destacou a subnotificação significativa de mortes por Covid-19 no país, sugerindo que o número real de mortes pode ser maior do que o relatado oficialmente.

Figura 6.7 - Número de óbitos confirmados de Covid-19 registrados nos municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023

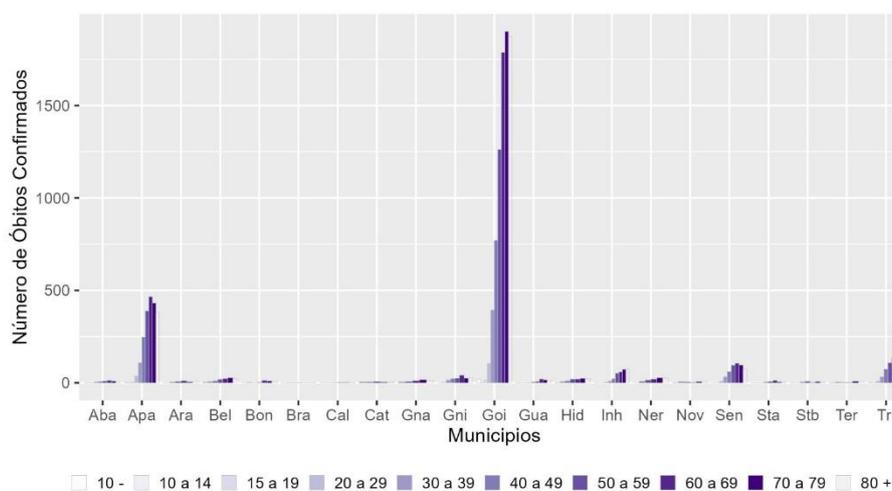


Fonte: Portal Covid-19/SES/GOIÁS. Organizado pelas autoras.

Já em relação à faixa etária, o maior número de óbitos foi registrado na faixa de 70 a 79 anos, seguida pela de 60-69 anos e de mais de 80 anos (Figura 6.8). Outros estudos conduzidos no Brasil também encontraram que a faixa etária que registrou o maior número de óbitos por Covid-19 foi a de idosos, especialmente aqueles com 60 anos ou mais (Trivilato *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2021; Muraro *et al.*, 2023). Isso pode ser atribuído a vários fatores, incluindo a maior fragilidade do sistema imunológico e a presença de condições médicas preexistentes, que tornam os idosos mais suscetíveis a complicações graves decorrentes da infecção pelo vírus.

Um estudo conduzido por Silva *et al.* (2021) demonstrou que a presença de comorbidades, como doença cardiovascular crônica, doença pulmonar crônica, diabetes mellitus e doença neurológica crônica, aumentou ainda mais o risco de morte nessa faixa etária. Além disso, as estruturas de saúde podem enfrentar desafios adicionais no tratamento de casos mais graves em idosos.

Figura 6.8 - Número de óbitos confirmados de Covid-19 registrados nos municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023, por faixa etária



Fonte: Portal Covid-19/SES/GOIÁS. Organizado pelas autoras.

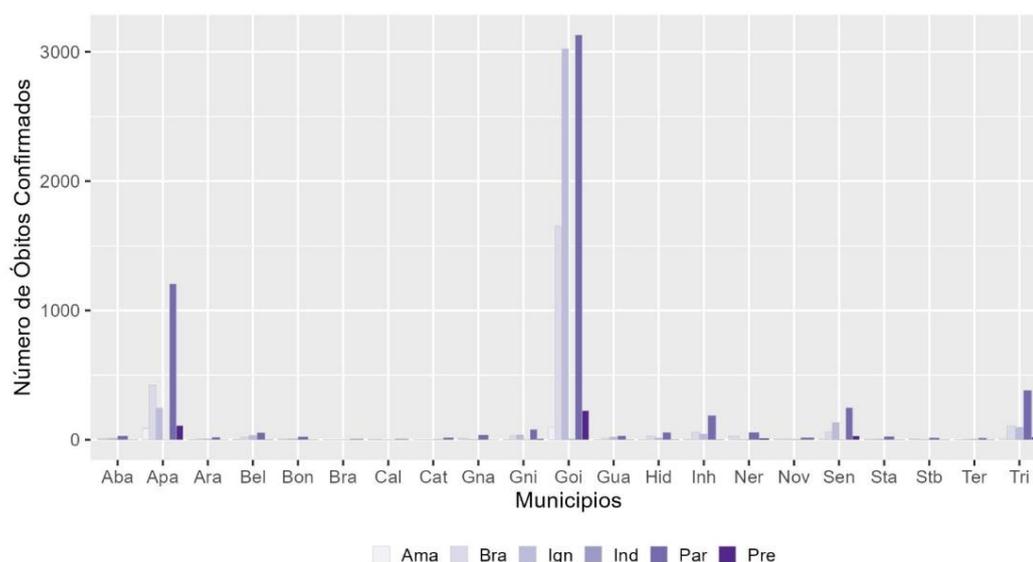
Quando se analisa o número de óbitos em relação à raça/cor nos municípios da RMG, constata-se que o maior número foi registrado na cor parda, seguida por informações ignoradas e pela cor branca (Figura 5.9).

Pesquisas no Brasil têm mostrado consistentemente um risco maior de mortalidade por Covid-19 entre indivíduos negros e pardos. Marinho *et al.* (2022) encontraram um excesso de mortalidade de 26,3% nesse grupo. Peres *et al.* (2021) verificaram que os pacientes negros e pardos tiveram uma taxa de mortalidade hospitalar de 42%, em comparação com 37% para os pacientes brancos. Essas disparidades são atribuídas a fatores como o acesso diferenciado a cuidados de saúde de qualidade, à capacidade de autoisolamento e uma maior prevalência de comorbidades.

No presente caso, é importante observar o elevado número de casos de óbitos registrados como ignorados. Dessa forma, devido à incerteza dos dados, o

número de óbitos em pessoas pardas talvez seja ainda maior, como o registrado nos estudos citados.

Figura 6.9 - Número de óbitos confirmados de Covid-19 registrados nos municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023, por raça/cor



Legenda: Ama = amarela; Bra = branca; Ign = ignorado; Ind = indígena; Par = parda; Pre = preta.

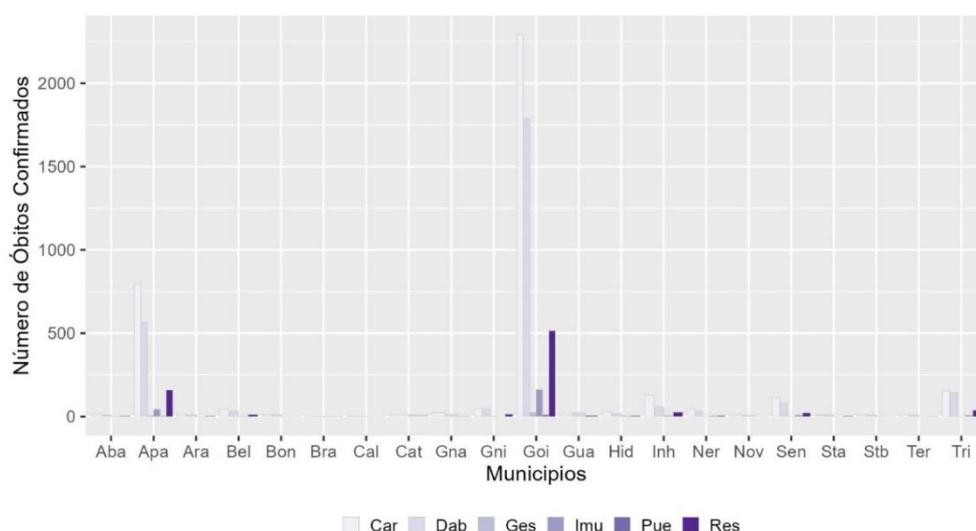
Fonte: Portal Covid-19/SES/GOIÁS. Organizado pelas autoras.

O número de óbitos relacionado aos fatores de risco foi similar ao apontado para o número de casos registrados, sendo as doenças cardiovasculares o principal fator de risco, seguido de diabetes e doenças respiratórias (Figura 6.10).

Outros estudos realizados no país identificaram doenças cardiovasculares, diabetes e doenças respiratórias como os principais fatores de risco para morte por Covid-19. Pachiega *et al.* (2020) encontraram alta prevalência dessas comorbidades entre os óbitos por Covid-19, sendo as doenças cardíacas as mais prevalentes. Prado *et al.* (2021) e Soares *et al.* (2020) destacaram o risco aumentado de morte associado a doenças cardíacas e diabetes, particularmente em indivíduos mais velhos. Souza *et al.* (2021) enfatizaram a alta taxa de mortalidade entre pacientes internados por Covid-19 com essas comorbidades. Essas descobertas mostram a importância de intervenções direcionadas para indivíduos com essas condições de saúde subjacentes para reduzir o risco de resultados graves da Covid-19.

No entanto, não são apenas as comorbidades que parecem estar associadas à mortalidade por Covid-19 no Brasil. Alguns autores destacam fatores sociais e econômicos, tais como renda, densidade demográfica, desigualdade social e índice de desenvolvimento humano como tendo um papel significativo nas taxas de mortalidade (Rodrigues *et al.* 2022; Souza *et al.*, 2022).

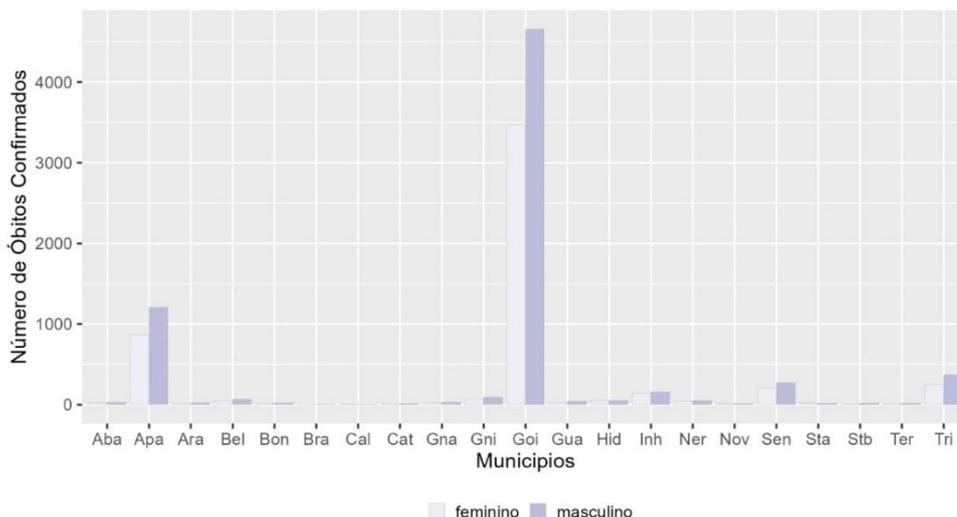
Figura 6.10 - Número de óbitos confirmados de Covid-19 registrados nos municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023, por fator de risco



Fonte: Portal Covid-19/SES/GOIÁS. Organizado pelas autoras.

Referentemente ao número de óbitos por sexo, os homens apresentaram o maior número registrado (Figura 6.11) ao contrário do que foi verificado para o número de casos (veja Figura 6.6). Esses dados corroboram estudos realizados em outras regiões e estados do Brasil que mostram que os homens morrem mais em decorrência da Covid-19. Silva *et al.* (2020) verificaram que esse fato é particularmente pronunciado nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste. Autores como Pachiega *et al.* (2020) argumentam que comorbidades como doenças cardíacas crônicas e diabetes são prevalentes entre as mortes por Covid-19 no Brasil, sendo os homens a maioria desses casos. Esses resultados sugerem que os homens correm maior risco de resultados graves da Covid-19 na RMG.

Figura 6.11 - Número de óbitos confirmados de Covid-19 registrados nos municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023, por sexo



Fonte: Portal Covid-19/SES/GOIÁS. Organizado pelas autoras.

6.3.3 Incidência e taxa de mortalidade por Covid-19 na RMG

A taxa de incidência expressa o número de novos casos de uma determinada doença em uma população durante um determinado período de tempo. Em relação à Covid-19, a taxa de incidência indica quantas novas infecções ocorreram em um determinado grupo populacional em um intervalo de tempo específico. A incidência da RMG foi calculada para cada município com base na população total daquele ano. Devido à falta de dados específicos sobre determinados estratos populacionais, tais como população feminina e masculina em cada município, população por raça/cor, não foi possível analisar o risco para esses grupos populacionais. O mesmo problema foi encontrado para o cálculo das taxas de mortalidade.

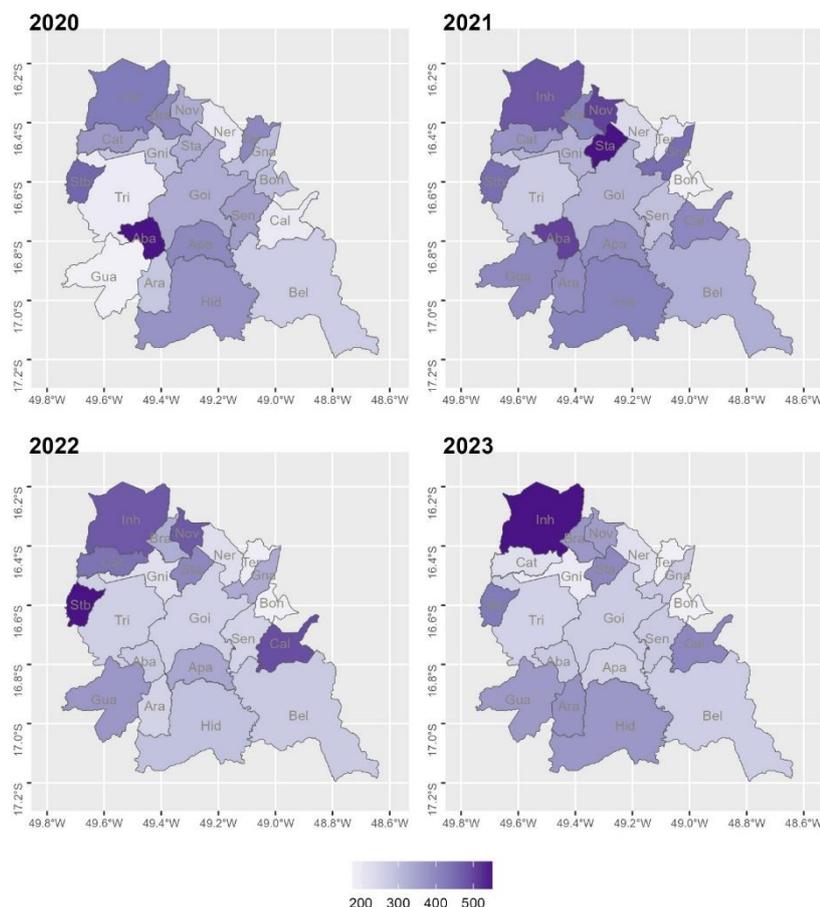
Destaca-se que a taxa de incidência de Covid-19 entre os municípios da RMG foi bastante divergente entre os anos e entre os próprios municípios (Figura 6.12). No ano de 2020, Abadia de Goiás apresentou a maior incidência, seguido de Santa Bárbara de Goiás e Inhumas. No ano de 2021, Santo Antônio de Goiás registrou a maior incidência, seguido por Nova Veneza e Abadia de Goiás. Em 2022, o maior valor foi apontado em Santa Bárbara de Goiás, seguido por Caldazinha e Inhumas. E por fim, em 2023, a maior incidência foi registrada em Inhumas, seguido de Santa Bárbara e Santo Antônio.

É importante destacar que os maiores valores de incidência, em quase todos os municípios, foram registrados nos anos de 2020 e 2021. As únicas exceções são os municípios de Inhumas, Caldazinha e Caturaí, que apresentaram as maiores taxas de incidência em 2022 e demandam análises mais detalhadas para compreender a disparidade em relação aos demais municípios.

Em relação ao decréscimo da incidência nos anos de 2022 e 2023, esse fato provavelmente está associado ao avanço da vacinação do estado de Goiás que se iniciou em janeiro de 2021. De fato, alguns estudos têm demonstrado diminuição das taxas de incidência e mortalidade da Covid-19 no Brasil com a vacinação. Martins-Filho *et al.* (2022) constataram que as taxas de hospitalização e mortalidade diminuíram ao longo do tempo, potencialmente devido ao progresso da vacinação. Fink *et al.* (2020) e Sardinha *et al.* (2021) relataram menor mortalidade e melhores resultados de saúde entre os pacientes da Covid-19 que receberam a vacina, sugerindo uma ligação potencial entre a vacinação e os resultados da Covid-19. Esses achados indicam um impacto positivo da vacinação nas taxas de incidência e mortalidade da Covid-19 no Brasil e devem refletir a realidade para a RMG.

O indicador taxa de mortalidade expressa o número de óbitos ocorridos em uma determinada população durante um período específico, geralmente um ano, em relação ao tamanho dessa população. É uma medida importante para avaliar a mortalidade em uma região ou país e pode ser calculada de diferentes formas, como a taxa de mortalidade geral, taxa de mortalidade infantil, taxa de mortalidade específica por idade, entre outras. No presente estudo, como já discutido anteriormente, foi calculada a taxa de mortalidade geral por Covid-19, pois não há dados de populações específicas disponíveis para a RMG.

Figura 6.12 - Incidência de Covid-19, por 10.000 habitantes, nos municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023



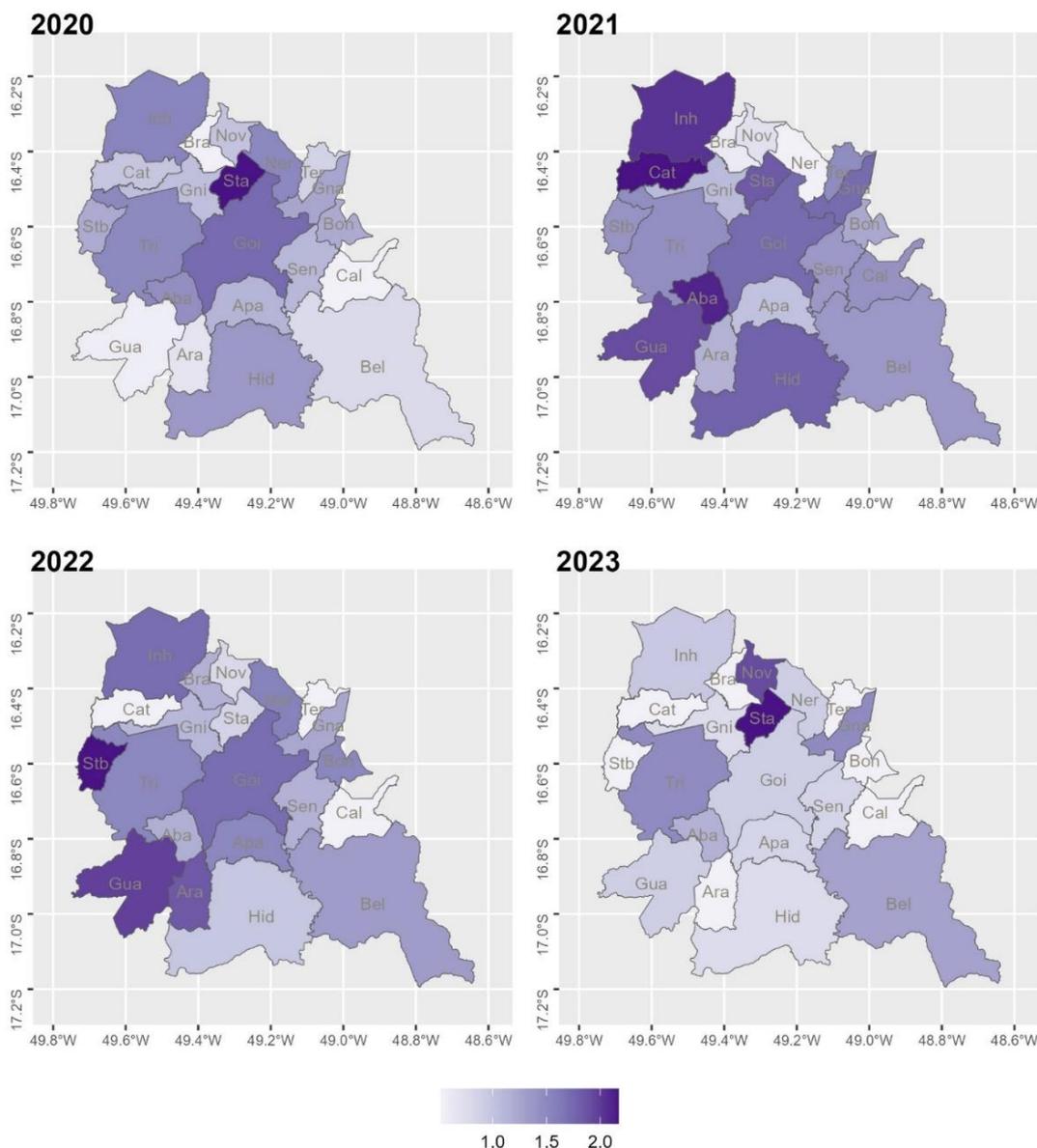
Fonte: Portal Covid-19/SES/GOIÁS. Organizado pelas autoras.

Em relação à taxa de mortalidade, os valores também foram bastante diferentes entre as cidades (Figura 6.13). Em 2020, Santo Antônio de Goiás apresentou a maior taxa de mortalidade, seguido por Goiânia e Inhumas. Já em 2021, as maiores taxas foram registradas em Caturai, Abadia de Goiás e Inhumas. Em 2022, Santa Bárbara, Guaporé e Aragoiânia apontaram os maiores valores. Por fim, em 2023, Santo Antônio, Nova Veneza, Goianópolis e Trindade tiveram os maiores valores

Um ponto importante a ser destacado é que os anos de 2022 e 2023 apresentaram as menores taxas de mortalidade, assim como ocorreu com a incidência. Isso demonstra mais uma vez a importância da vacinação na diminuição do número de casos graves de Covid-19 e, portanto, nas taxas de mortalidade.

Outros estudos realizados no Brasil indicam uma relação clara entre a vacinação e a redução da taxa de mortalidade por Covid-19 no país.

Figura 6.13 - Taxa de mortalidade por Covid-19, por 1000 habitantes, nos municípios da RMG entre os anos de 2020 e 2023



Fonte: Portal Covid-19/SES/GOIÁS. Organizado pelas autoras.

Faria *et al.* (2021) constataram que as taxas de mortalidade diminuíram à medida que as taxas de vacinação aumentaram, com queda significativa na mortalidade por Covid-19 a partir de junho de 2021. Da mesma forma, Passarelli-

Araujo *et al.* (2022) relataram uma taxa de letalidade 40,4% menor em populações vacinadas em comparação com as não vacinadas. Santos *et al.* (2022) também destacaram o impacto da imunização na redução das taxas de mortalidade e letalidade. Frauches *et al.* (2022) apoiaram ainda mais essas descobertas, mostrando uma diminuição da incidência de Covid-19 em um estudo em Maricá, no Rio de Janeiro, correlacionada com o nível de indivíduos vacinados. Por fim, Percio *et al.* (2022) verificaram que a variação percentual média semanal dos indicadores de morbimortalidade reduziu após a introdução da vacinação contra a Covid-19, tendo a taxa de mortalidade reduzido de 20,5% para -4,3%. Esses estudos demonstram o papel crucial da vacinação na redução da taxa de mortalidade por Covid-19 no Brasil e corroboram o encontrado no presente estudo.

6.4 SANEAMENTO BÁSICO E COVID-19

A situação do saneamento básico na região metropolitana de Goiânia, assim como em outras regiões metropolitanas brasileiras, ainda é preocupante. Um estudo de Cavalcanti *et al.* (2021), por exemplo, verificou alta prevalência de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado nessa região.

De se ressaltar que tal situação pode estar associada aos índices de cobertura de abastecimento de água e esgotamento sanitário na RMG. Em relação a esses parâmetros, os municípios apresentam situações bem heterogêneas, notadamente em relação à população que é atendida por esgotamento sanitário (Tabela 5.5 ou Figura 5.3). Nesse quesito muitos municípios sequer têm informações a respeito.

Embora seja difícil associar doenças respiratórias como a Covid-19 diretamente com a falta de acesso ao saneamento, pesquisas em algumas cidades brasileiras têm mostrado uma relação entre a Covid-19 e o saneamento básico. Silva *et al.* (2020, 2021) descobriram que infraestruturas precárias de saneamento básico, incluindo baixa cobertura de serviços de água e coliformes fecais fora do padrão na água da torneira, estavam associadas a taxas mais elevadas de incidência e mortalidade de Covid-19. Isso ficou particularmente evidente nas regiões Norte e Nordeste, que são caracterizadas por saneamento precário e baixos rendimentos.

A importância do saneamento básico no combate à Covid-19 é ainda enfatizada por Silva *et al.* (2021), que constataram que o maior cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável relacionados à saúde e ao saneamento estava associado a menores casos e mortes por Covid-19. Cestari *et al.* (2021) também destacaram o papel da vulnerabilidade social, incluindo o saneamento precário, no aumento da incidência da Covid-19.

No entanto, nem só em relação à Covid-19 a falta de saneamento tem afetado a saúde das pessoas. Trabalhos conduzidos no Brasil têm destacado o impacto significativo do saneamento ambiental inadequado na transmissão de outras doenças.

De acordo com Gallego *et al.* (2016), a maior cobertura dos serviços de saneamento, especialmente a coleta de esgoto, levou à redução das internações por doenças de veiculação hídrica. Da mesma forma, Bellido *et al.* (2010) identificaram uma relação direta entre saneamento inadequado e mortalidade em crianças menores de cinco anos devido a doenças transmitidas pela água.

Khalil *et al.* (2021) enfatizaram o papel da pobreza e do saneamento na transmissão da leptospirose transmitida por ratos nas favelas brasileiras, sendo a contaminação ambiental um fator-chave. Prado e Miagostovich (2014) sublinharam ainda a importância do saneamento no controle da transmissão de infecções virais transmitidas pela água, particularmente no contexto de cobertura incompleta dos serviços.

Além disso, as doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado oneram os cofres públicos com tratamentos para doenças evitáveis. No Brasil, só em 2021, foram gastos mais de R\$ 55 milhões com internações por doenças de veiculação hídrica (Trata Brasil, 2021). Na RMG, um estudo de Cavalcanti *et al.* (2021) estimou um gasto de R\$ 20,5 milhões ao sistema público de saúde causado por internações de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado.

Nessa perspectiva, todos esses estudos enfatizam a necessidade de melhoria da infraestrutura de saneamento básico e da diminuição das disparidades sociais no enfrentamento a doenças emergentes como a Covid-19 e a doenças associadas ao saneamento ambiental inadequado, e evidenciam que a RMG precisa investir em cidades mais justas e equitativas para os seus cidadãos.

6.5 SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E O ENFRENTAMENTO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AOS DESAFIOS URBANOS

A pandemia de Covid-19 trouxe muitos desafios às metrópoles mundiais e brasileiras e deixou à mostra várias inadequações em sua adaptação a crises de saúde pública. As concentrações densas de população ampliaram a disseminação do vírus, dificultando o distanciamento social adequado. Além disso, sistemas de transporte público lotados e infraestruturas urbanas incapazes de suportar as demandas de distanciamento e higiene foram evidências claras da falta de preparo.

A escassez de espaços verdes acessíveis para a população e a dependência de comércio local e movimentações constantes também impactaram negativamente a capacidade de contenção da propagação do vírus nas cidades. A pandemia revelou a necessidade de repensar e reestruturar infraestruturas urbanas para melhorar a resiliência e resposta a futuras crises de saúde.

Nesse contexto, as soluções baseadas na natureza (SBN) podem se apresentar como soluções urbanas interessantes. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP, 2022), são:

Ações para proteger, conservar, restaurar, visando o manejo sustentável de recursos naturais ou modificados dos ecossistemas terrestres, de água doce, costeiros e marinhos, que também abordam desafios sociais, econômicos e ambientais de forma eficaz e adaptável, ao mesmo tempo em que promove bem-estar humano, serviços ecossistêmicos, resiliência e benefícios para a biodiversidade.

Em termos simples, as Soluções Baseadas na Natureza (SBN) são estratégias que aproveitam os processos ecológicos naturais para lidar com desafios urgentes enfrentados pela sociedade. Isso inclui ameaças como a escassez de água e os impactos de eventos climáticos extremos, que afetam diretamente a segurança e o bem-estar da população, manifestando-se em problemas como inundações, alagamentos, deslizamentos de terra e ilhas de calor.

Exemplos de SBN incluem sistemas de biorretenção (jardins de chuva) que interceptam escoamentos superficiais; tetos verdes que reduzem o calor das

edificações, além de contribuírem na redução do escoamento superficial pela interceptação da chuva; parques urbanos, que colaboram na melhora do microclima nas cidades, proveem espaços de lazer e são importantes para a saúde física e mental das populações urbanas; lagoas urbanas, que armazenam água; espelhos d'água; vegetação nativa, dentre outros.

O impacto das SBN na saúde das pessoas e na mitigação dos efeitos da pandemia de Covid-19 tem sido estudado no mundo todo. Bayulken *et al.* (2020) e Samuelsson *et al.* (2020) argumentam que as SBN, incluindo a expansão de áreas azuis e verdes nas cidades, podem aumentar a resiliência urbana e o bem-estar durante pandemias. Segundo Lak *et al.* (2020), essas soluções podem ser integradas na forma e design urbano, com foco nos aspectos físicos e não físicos, para criar cidades resilientes à pandemia. Além disso, a utilização de soluções e tecnologias de cidades inteligentes pode melhorar as capacidades de planejamento, absorção, recuperação e adaptação das cidades durante pandemias (Sharifi *et al.*, 2021).

6.6 DIRETRIZES PARA A RMG EM RELAÇÃO AO ENFRENTAMENTO DE DOENÇAS EMERGENTES E REEMERGENTES

Com base no contexto da pandemia de Covid-19 na RMG, aqui serão enunciados o diagnóstico, o prognóstico e as diretrizes relacionados ao enfrentamento de doenças emergentes e reemergentes na RMG (Quadro 6.1).

Quadro 6.1 - Quadro síntese da análise da Covid-19 no contexto da RMG, com diagnóstico, prognóstico e diretrizes para o enfrentamento de doenças emergentes e reemergentes

Diagnóstico	Prognóstico	Diretrizes
A maioria dos casos de Covid-19 foi registrada na faixa etária de 30 e 39 anos	Desenvolver ações de prevenção à saúde e de atuação para os agravos	Focar em estratégias de prevenção e conscientização específicas para esse grupo etário
A maioria dos casos de Covid-19 acometeu pessoas pardas	Desenvolver ações de prevenção à saúde e de atuação para os agravos	Os municípios precisam implementar estratégias que sejam culturalmente sensíveis e levem em consideração as disparidades sociais e de saúde existentes
Em relação ao número	Desenvolver ações de	Garantir que as mulheres tenham

de casos, as mulheres foram mais afetadas pela Covid-19 na RMG	prevenção à saúde e de atuação para os agravos	acesso equitativo a serviços de saúde, incluindo testagem, tratamento e vacinação sem discriminação ou obstáculos de gênero Promover políticas que garantam flexibilidade no trabalho e proteção social para mulheres que precisam se ausentar do trabalho devido à doença, cuidados familiares ou outras razões relacionadas a doenças Envolver as mulheres em processos de tomada de decisão e planejamento relacionados à resposta a doenças emergentes e reemergentes
Os principais fatores de risco foram as doenças cardiovasculares, diabetes e doenças respiratórias	Desenvolver ações de prevenção à saúde e de atuação para os agravos	Priorizar os esforços em saúde, tal como a vacinação, para pessoas com doenças crônicas Desenvolver campanhas de conscientização específicas para esses grupos de risco Realizar monitoramento e vigilância contínuos da situação epidemiológica desses grupos de risco
O maior número de óbitos foi registrado entre os indivíduos do sexo masculino	Desenvolver ações de prevenção à saúde e de atuação para os agravos	Desenvolver campanhas de conscientização específicas para esse grupo Realizar pesquisas adicionais para entender melhor os padrões de mortalidade entre os homens
Os anos de 2022 e 2023 apresentaram as menores taxas de mortalidade	Seguir com calendário de vacinação e ações de prevenção à saúde	Implementar estratégias para aumentar a cobertura vacinal em toda a população com foco na disponibilidade de vacinas Desenvolver campanhas de conscientização sobre a importância da vacinação
O saneamento, principalmente na componente esgotamento sanitário, é deficiente na RMG	Melhorar a cobertura de saneamento básico	Aumentar a cobertura dos sistemas de saneamento básico com foco no esgotamento sanitário
Soluções baseadas na natureza podem auxiliar	Fomentar adoção de sistemas verdes ou SbN e	Investir em soluções baseadas na natureza nos municípios da RMG

na mitigação de efeitos de doenças emergentes e reemergentes	estratégias de resiliência das cidades às mudanças climáticas e a doenças emergentes e reemergentes	
--	---	--

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019.

ALI M. COVID-19 and Environment. **Life and Science**. 2020; 1(suppl): 83-86. doi: <http://doi.org/10.37185/LnS.1.1.165>

ANCOCHEA, J.; IZQUIERDO, J. L.; SORIANO, J. B. Evidence of Gender Differences in the Diagnosis and Management of Coronavirus Disease 2019 Patients: An Analysis of Electronic Health Records Using Natural Language Processing and Machine Learning. **Journal of women's health** (2002), v. 30, n. 3, p. 393–404, 2021. <https://doi.org/10.1089/jwh.2020.8721>

ANDREAZZI, M. A.; BARCELLOS, C.; HACON, S. Velhos indicadores para novos problemas: a relação entre saneamento e saúde [Old indicators for new problems: the relationship between sanitation and health]. **Revista panamericana de salud publica = Pan American journal of public health**, v. 22, n. 3, p. 211–217, 2007. <https://doi.org/10.1590/s1020-49892007000800008>

BAROUKI, R.; KOGEVINAS, M.; AUDOUZE, K.; BELESOVA, K.; BERGMAN, A.; BIRNBAUM, L.; BOEKHOLD, S.; DENYS, S.; DESSEILLE, C.; DRAKVIK, E.; FRUMKIN, H.; GARRIC, J.; DESTOUMIEUX-GARZON, D.; HAINES, A.; HUSS, A.; JENSEN, G.; KARAKITSIOS, S.; KLANOVA, J.; KOSKELA, I. M.; LADEN, F. **HERA-COVID-19 working group**. Electronic address: <https://www.heraresearcheu.eu/> (2021). The COVID-19 pandemic and global environmental change: Emerging research needs. *Environment international*, 146, 106272. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106272>

BAYULKEN, B.; HUISINGH, D.; FISHER, P. M. J. How are Nature Based Solutions Helping in the Greening of Cities in the Context of Crises such as Climate Change and Pandemics? A Comprehensive Review. **Journal of Cleaner Production**, v. 288, p.125569, 2020.

BELLIDO, J. G.; BARCELLOS, C.; BARBOSA, F. DOSS.; BASTOS, F. I. Saneamiento ambiental y mortalidad en niños menores de 5 años por enfermedades de transmisión hídrica en Brasil [Environmental sanitation and mortality associated with waterborne diseases in children under 5 years of age in Brazil]. **Revista panamericana de salud publica = Pan American journal of public health**, v. 28, n. 2, p. 114–120, 2010. <https://doi.org/10.1590/s1020-49892010000800007>

CAMPBELL, T.; CAMPBELL, A. Emerging disease burdens and the poor in cities of the developing world. **Journal of urban health: bulletin of the New York Academy of Medicine**, 84(3 Suppl), i54–i64, 2007. <https://doi.org/10.1007/s11524-007-9181-7>

CAVALCANTI, A. L. A.; KOPP, K. A.; HORA, K. E. R. Diseases related to inadequate environmental sanitation in the Metropolitan Region of Goiânia, Brazil, between 2008 and 2018 / Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na Região Metropolitana de Goiânia, Brasil, entre 2008 e 2018. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 50247–50270, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv.v7i5.30040>

CESTARI, V. R. F.; FLORÊNCIO, R. S.; SOUSA, G. J. B.; GARCES, T. S.; MARANHÃO, T. A.; CASTRO, R. R.; CORDEIRO, L. I.; DAMASCENO, L. L. V.; PESSOA, V. L. M. P.; PEREIRA, M. L. D.; MOREIRA, T. M. M. Social vulnerability and COVID-19 incidence in a Brazilian metropolis. Vulnerabilidade social e incidência de COVID-19 em uma metrópole brasileira. **Ciência & saúde coletiva**, v. 26, n. 3, p. 1023–1033, 2021. <https://doi.org/10.1590/1413-81232021263.4237202>

FARIA, C. D.; SCHRAMM NETO, F. A. R.; MACHADO, Y. J. Relação entre a vacinação contra a Covid-19 e a mortalidade no Brasil. **Brazilian Journal of Global Health**, 2021; 02:01. DOI: <https://doi.org/10.56242/globalhealth;2021;2;5;9-11>

FINK, G.; ORLOVA-FINK, N.; SCHINDLER, T.; GRISI, S.; FERRER, A. P. S.; DAUBENBERGER, C.; BRENTANI, A. **Inactivated trivalent influenza vaccination is associated with lower mortality among patients with COVID-19 in Brazil**. *BMJ evidence-based medicine*, bmjebm-2020-111549. Advance online publication. 2020. <https://doi.org/10.1136/bmjebm-2020-111549>

FIRMANSYAH, Y. W.; FUADI, M. F.; SUGIESTER, F.; WIDYANTORO, W.; RAMADHANSYAH, M. F. Environmental Conditions and COVID-19 Incident. **Journal of Health Science and Prevention**, v. 5, n.1, april 2021 – ISSN 2459-919x.

FRAUCHES, T. S.; COSTA, C. A. S.; RODRIGUES, C. D. S.; DE AZEVEDO, M. C. V. M.; FERREIRA, M. M.; RAMOS, H. B. V. D. S.; DE SOUZA JUNIOR, W. R.; COSTA, A. R.; CAMARGO, A. C.; ALONSO, A. H.; DOS SANTOS, F. Á.; OLIVEIRA, H. D. S.; COELHO, J. G.; SOBRAL, J. F. D. S.; RODRIGUES, L. C. D. S.; FERREIRA, M. M. C.; LAUREANO, P.; DA PAZ FERNANDES, R. A.; SANTOS, R. D. S.; DOS SANTOS, R. M. C.; TANURI, A. COVID-19 cross-sectional study in Maricá, Brazil: The impact of vaccination coverage on viral incidence. **PloS one**, v. 17, n. 9, e0269011, 2022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269011>

GARCES, T. S.; SOUSA, G. J. B.; FLORÊNCIO, R.S; CESTARI, V. R. F.; PEREIRA M. L. D.; MOREIRA, T. M. M. COVID-19 in a state of Brazilian Northeast: Prevalence and associated factors in people with flu-like syndrome. **Journal of clinical nursing**, v. 29, n. 21-22, p. 4343–4348, 2020. <https://doi.org/10.1111/jocn.15472>.

GOMES, B. F. O.; PETRIZ, J. L. F.; MENEZES, I. R. R.; AZEVEDO, A. S.; SILVA, T. M. B. D.; SILVA, V. L.; PERES, L. S.; PEREIRA, D. F. P.; DUTRA, G. P.; PAULA, S. A. M.; MENDES, B. F. D. S.; CARMO JUNIOR, P. R. D.; PEREIRA, B. B.; OLIVEIRA, G. M. M. Impact of High Cardiovascular Risk on Hospital Mortality in Intensive Care Patients Hospitalized for COVID-19. Impacto do Alto Risco Cardiovascular na Mortalidade Hospitalar em Pacientes Internados em Terapia Intensiva por COVID-19. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 118, n. 5, p. 927–934, 2022. <https://doi.org/10.36660/abc.20210349>

HADDAD, M.B.; BARREIRA, C. C. M. A.; NACIFF, Y. D. N.; MOYSÉS, A. **Censo 2022**: Região Metropolitana de Goiânia tem a segunda maior taxa de crescimento do país. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2023/09/14/censo-2022-regiao-metropolitana-de-goiania-tem-a-segunda-maior-taxa-de-crescimento-do-pais>. Acesso em: 21 fev. 2024.

HAMIDI, S.; SABOURI, S.; EWING, R. Does Density Aggravate the COVID-19 Pandemic? **Journal of the American Planning Association**, 2020. DOI: 10.1080/01944363.2020.1777891

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**. População e domicílios. Primeiros resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102011.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2024.

JARDIM, B. C.; MIGOWSKI, A.; CORRÊA, F. M.; SILVA, G. A. E. Covid-19 no Brasil em 2020: impacto nas mortes por câncer e doenças cardiovasculares. **Rev Saúde Pública**, v. 56, n. 22, 2022.

KHALIL, H.; SANTANA, R.; DE OLIVEIRA, D.; PALMA, F.; LUSTOSA, R.; EYRE, M. T.; CARVALHO-PEREIRA, T.; REIS, M. G.; KO, A. I.; DIGGLE, P. J.; ALZATE LOPEZ, Y.; BEGON, M.; COSTA, F. Poverty, sanitation, and *Leptospira* transmission pathways in residents from four Brazilian slums. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 15, n. 3, e0009256, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009256>

LAK, A.; ASL S. S.; MAHER, A. Resilient urban form to pandemics: Lessons from COVID-19. **Medical journal of the Islamic Republic of Iran**, v. 34, n. 71, 2020. <https://doi.org/10.34171/mjiri.34.71>

MARINHO, M. F.; TORRENS, A.; TEIXEIRA, R.; BRANT, L. C. C.; MALTA, D. C.; NASCIMENTO, B. R.; RIBEIRO, A. L. P.; DELANEY, R.; DE PAULA, P. D. C. B.; SETEL, P.; SAMPAIO, J. M.; NOGALES-VASCONCELOS, A. M. Racial disparity in excess mortality in Brazil during COVID-19 times. **European journal of public health**, v. 32, n. 1, p. 24–26, 2022. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckab097>.

MARTINS-FILHO, P. R.; DE SOUZA ARAÚJO, A. A.; QUINTANS-JÚNIOR, L. J.; SOARES, B. D. S.; BARBOZA, W. S.; CAVALCANTE, T. F.; SANTOS, V. S.

Dynamics of hospitalizations and in-hospital deaths from COVID-19 in northeast Brazil: a retrospective analysis based on the circulation of SARS-CoV-2 variants and vaccination coverage. **Epidemiology and health**, v. 44, e2022036, 2022. <https://doi.org/10.4178/epih.e2022036>

MCCALLY, M.; GARG, A.; OLESKEY, C. The challenges of emerging illness in urban environments: an overview. **Journal of urban health: bulletin of the New York Academy of Medicine**, v. 78, n. 2, p. 350–358, 2001. <https://doi.org/10.1093/jurban/78.2.350>

MENDENHALL, E; KOHRT, B. A.; NORRIS, S. A.; NDETEI, D.; PRABHAKARAN, D. Non-communicable disease syndemics: poverty, depression, and diabetes among low-income populations. **Lancet**, v. 389, p. 951-63, 2017.

MISHRA, J.; MISHRA, P.; ARORA, N. K. Linkages between environmental issues and zoonotic diseases: with reference to COVID-19 pandemic. **Environmental Sustainability**, v. 4, n. 3, p. 455–467, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42398-021-00165-x>

MMOM, P. C.; MMOM, C. F. Environmental Sanitation and Public Health Challenges in a Rapidly Growing City of the Third World: The Case of Domestic Waste and Diarrhoea Incidence in Greater Port Harcourt Metropolis, Nigeria. **Asian Journal of Medical Sciences**, v. 3, n. 3, p. 115-120, 2011.

MORSE, S. S. Factors in the Emergence of Infectious Diseases. **Emerging Infectious Diseases**, n. 1, p. 7-15, 1995. doi:10.3201/eid0101.950102.

MURARO, A. P.; ROCHA, R.; BOING, A. C.; OLIVEIRA, L. R.; MELANDA, F. N.; ANDRADE, A. C. S. Deaths from post-COVID conditions in Brazil./Óbitos por condições de saúde posteriores à COVID-19 no Brasil. **Cien Saude Colet**, v. 28, n. 2, p. 331-336, 2023 Feb.

OLIVEIRA, A. F. *et al.* As Metrôpoles e a Covid-19: panorama e contexto da Região Metropolitana de Goiânia. *In*: RIBEIRO, L. C. Q. (org.). **As Metrôpoles e a Covid-19: dossiê nacional**. Rio de Janeiro: Observatório das Metrôpoles, volume 1, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Methods for estimating the excess mortality associated with the COVID-19 pandemic**. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/data/technical-advisory-group/covid-19--mortality-assessment/membership>. Acesso em: 20 fev. 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. **Histórico da pandemia de COVID-19**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 12 fev. 2024.

ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DE SAÚDE (PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION). **Gendered health analysis Covid-19 in the Americas**. PAHO/EGC/COVID-19/21-0006. 2021.

PACHIEGA, J.; AFONSO, A. J. S.; SINHORIN, G. T.; ALENCAR, B. T.; ARAÚJO, M. S. M.; LONGHI, F. G.; ZANETTI, A. S.; ESPINOSA, O. A. Chronic heart diseases as the most prevalent comorbidities among deaths by COVID-19 in Brazil. **Rev Inst Med Trop**, São Paulo, v. 62, e45, 2020. <http://doi.org/10.1590/S1678-9946202062045>

PAIVA, C. I.; NASR, A. M. L. F.; MAGATÃO, D. S.; DITTERICH, R. G.; GUIMARÃES, R. R. M.; PILER, R. A.; PRETO, C. A. G.; JUNIOR, N. W.; LOPES, M. G. D.; FREDRICH, V. Perfil epidemiológico da Covid-19 no Estado do Paraná. **Revista Saúde Pública**, Paraná, v. 3, n. 1, p. 39-61, 2020. DOI10.32811/25954482-2020v3sup1p39.

PASSARELLI-ARAUJO, H.; POTT-JUNIOR, H.; SUSUKI, A. M.; OLAK, A. S.; PESCIM, R. R.; TOMIMATSU, M. F. A. I.; VOLCE, C. J.; NEVES, M. A. Z.; SILVA, F. F.; NARCISO, S. G.; ASCHNER, M.; PAOLIELLO, M. M. B.; URBANO, M. R. The impact of COVID-19 vaccination on case fatality rates in a city in Southern Brazil. **American journal of infection control**, v. 50, n. 5, p. 491–496, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2022.02.015>

PERCIO, J.; CABRAL, C. M.; FANTINATO, F. F. S. T.; DE ASSIS, D. M.; GUZMÁN-BARRERA, L. S.; DE ARAÚJO, W. N. Effect of vaccination against Covid-19 one year after its introduction in Brazil. **Tropical diseases, travel medicine and vaccines**, v. 8, n. 1, p. 25, 2022. <https://doi.org/10.1186/s40794-022-00183-5>

PERES, I. T.; BASTOS, L. S. L.; GELLI, J. G. M.; MARCHESI, J. F.; DANTAS, L. F.; ANTUNES, B. B. P.; MAÇAIRA, P. M.; BAIÃO, F. A.; HAMACHER, S.; BOZZA, F. A. Sociodemographic factors associated with COVID-19 in-hospital mortality in Brazil. **Public health**, v. 192, p. 15–20, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2021.01.005>

PRADO, P. R. D.; GIMENES, F. R. E.; LIMA, M. V. M.; PRADO, V. B. D.; SOARES, C. P.; AMARAL, T. L. M. Risk factors for death due to COVID-19, in the state of Acre, Brazil, 2020: a retrospective cohort study. Fatores de risco para óbito por COVID-19 no Acre, 2020: coorte retrospectiva. **Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 30, n. 3, p. e2020676, 2021. <https://doi.org/10.1590/S1679-49742021000300018>

PRADO, T.; MIAGOSTOVICH, M. P. Virologia ambiental e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa [Environmental virology and sanitation in Brazil: a narrative review]. **Cadernos de saúde pública**, v. 30, n. 7, p. 1367–1378, 2014. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00109213>

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2023. <https://www.R-project.org/>.

RODRIGUES, W.; DA COSTA FRIZZERA, H.; TREVISAN, D. M. Q.; PRATA, D.; REIS, G. R.; RESENDE, R. A. Social, Economic, and Regional Determinants of Mortality in Hospitalized Patients With COVID-19 in Brazil. **Frontiers in public health**, v. 10, p. 856137, 2022. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.856137>

SAMUELSSON, K.; BARTHEL, S.; COLDING, J.; MACASSA, G.; GIUSTI, M. Urban nature as a source of resilience during social distancing amidst the coronavirus pandemic. **Landscape and Urban Planning**. 2020. Preprint DOI: 10.31219/osf.io/3wx5a

SANTIAGO-ALARCON, D.; MACGREGOR-FORS, I. Cities and pandemics: urban areas are ground zero for the transmission of emerging human infectious diseases. **Journal of Urban Ecology**, p. 1–3, 2020. DOI: 10.1093/jue/juaa012

SANTOS, G. R. A. C.; GAMA, L. S.; SANTOS, A. S.; NASCIMENTO, V. A. S.; NOGUEIRA, R. S.; SILVA, B. A. T.; ARAUJO, C. M. M. O. *et al.* Perfil epidemiológico dos casos e óbitos por COVID-19 nos estados da região nordeste. **REAS/EJCH**, v. 12, n. 12, e4251, 2020.

SANTOS, P. H. C.; CRUZ, Y. G. C.; REIS, G. R.; PEREIRA, H. A. S.; RIBEIRO, M. C. S.; CIRIANO, L. S. Impact of Immunization in the Reduction of Mortality and Lethality Rates by COVID-19 in Brazil. **The International Journal of Science & Technoledge**. 2022. 10.24940/theijst/2022/v10/i11/ST2211-006.

SARDINHA, D.; LOBATO, D.; FERREIRA, A.; LIMA, K.; DE PAULA SOUZA E GUIMARÃES, R.; GONDIM COSTA LIMA, L. () Analysis of 472,688 Severe Cases of COVID-19 in Brazil Showed Lower Mortality in Those Vaccinated against Influenza. **World Journal of Vaccines**, v. 11, p. 28-32, 2021. doi: 10.4236/wjv.2021.113004.

SHARIFI, A.; KHAVARIAN-GARMSIR, A. R.; KUMMITHA, R. K. R. Contributions of Smart City Solutions and Technologies to Resilience against the COVID-19 Pandemic: A Literature Review. **Sustainability**, v.13, 8018, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13148018>

SILVA, G. A. E.; JARDIM, B. C.; SANTOS, C. V. B. D. Excess mortality in Brazil in times of Covid-19. Excesso de mortalidade no Brasil em tempos de COVID-19. **Ciência & saúde coletiva**, v. 25, n. 9, p. 3345–3354, 2020. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020259.23642020>

SILVA, P. V. D.; OLIVEIRA, S. B.; ESCALANTE, J. J. C.; ALMIRON, M.; TSUHA, D. H.; SATO, H. K.; MENEZES, P. R.; PAULA, R. C.; D'AGOSTINI, T. L.; CRODA, J. Risk Factors for Death Among Hospitalized Patients with Confirmed COVID-19 in São Paulo, Brazil. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 105, n. 1, p. 88–92, 2021. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-1598>.

SILVA, R. R. D.; SANTOS, M. B. D.; SANTOS, A. D. D.; TAVARES, D. D. S.; SANTOS, P. L. D. Coronavirus disease and basic sanitation: too early to be worried? **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 53, e20200345, 2020. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0345-2020>.

SILVA, R. R.; RIBEIRO, C. J. N.; MOURA, T. R.; SANTOS, M. B.; SANTOS, A. D.; TAVARES, D. S.; SANTOS, P. L. Basic sanitation: a new indicator for the spread of COVID-19?. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 115, n. 7, p. 832–840, 2021. <https://doi.org/10.1093/trstmh/traa187>.

SINGER, M.; BULLED, N.; OSTRACH, B.; MENDENHALL, E. Syndemics and the biosocial conception of health. **Lancet**, London, England, v. 389, n. 10072, p. 941–950, 2017. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30003-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30003-X)

SINGER, M.; CLAIR, S. Syndemics and public health: reconceptualizing disease in bio-social context. **Medical anthropology quarterly**, v. 17, n. 4, p. 423–441, 2003. <https://doi.org/10.1525/maq.2003.17.4.423>.

SOARES, R. C. M.; MATTOS, L. R.; RAPOSO, L. M. Risk Factors for Hospitalization and Mortality due to COVID-19 in Espírito Santo State, Brazil. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 103, n. 3, p. 1184–1190, 2020. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0483>

SOUZA, F. S. H.; HOJO-SOUZA, N. S.; BATISTA, B. D. O.; DA SILVA, C. M.; GUIDONI, D. L. On the analysis of mortality risk factors for hospitalized COVID-19 patients: A data-driven study using the major Brazilian database. **PloS one**, v. 16, n. 3, e0248580, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248580>

SOUZA, G. P.; LARA, R. A. M.; SOUZA, I. G.; FERREIRA, F. F. S.; SILVEIRA, A. V.; BESSA L. L. C.; PRINCE, K. Análise epidemiológica do COVID-19 no estado de Minas Gerais. **Revista de Atenção à Saúde**, v. 19, n. 68, p. 237-246, 2021. DOI: 10.13037/ras.vol19n68.7655.

SOUZA, R. C.; ALMEIDA, E. R. M.; FORTALEZA, C. M. C. B.; MIOT, H. A. Factors associated with COVID-19 mortality in municipalities in the state of São Paulo (Brazil): an ecological study. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 55, e04472021, 2022. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0447-2021>

TRATA Brasil. **Painel Saneamento Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/>. Acesso em: 29 fev. 2024.

TRIVILATO, R. A.; MORAIS, T. C.; DABOIN, B. E. G.; CAVALCANTI, M. P. E.; JACINTHO, L. C.; RAIMUNDO, R. D.; ECHEIMBERG, J. O.; ELMUSHARAF, K.; SIQUEIRA, C. E.; FIGUEIREDO, J. L. Mortality and case fatality rates of COVID-19 in the State of Goiás, Brazil. **Journal Of Human Growth And Development**, v. 31, n. 3, p. 521-532, 2021.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS



UHR, J. G. Z.; SCHMECHEL, M.; UHR, D. A. P. Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. **RACEF** – Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace, v. 7, n. 2, p. 01-16, 2016.

WICKHAM, H. **GGPLOT2**: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2016.

7 A REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS, NO CONTEXTO DO 6º RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO - AR6/IPCC

Gerson de Souza Arrais Neto, mestrando em Projeto e Cidade/FAV/UFG.
Contato: gerson.neto@discente.ufg.br

Nilson Clementino Ferreira, doutor em Ciências Ambientais. Contato:
nilson.ferreira@ufg.br

Karla Emmanuela Ribeiro Hora, doutora em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Contato: karla_hora@ufg.br

7.1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização experimentado na Europa, até fins do século XIX, mudou a vida da humanidade. No Brasil e na América Latina, esse fenômeno se concentrou e foi mais marcante no período de 1930 a 1970, quando o êxodo rural definiu uma nova forma de distribuição das populações no território e foi um dos componentes para a consolidação do modo de vida capitalista e da modernidade. No caso brasileiro, a década de 1970 registrou a prevalência da população urbana sobre a rural, representando 55,98% do total. O processo de urbanização fortaleceu a industrialização, a produção de massa e o desenvolvimento econômico e tecnológico. Contudo, ele resultou em diferentes impactos na sociedade, dentre eles, a produção escalada nas emissões de gases de efeito estufa (GEE), motivo essencial das mudanças climáticas que têm aquecido o planeta.

Parte das análises sobre a ação antrópica sobre a Terra pode ser apreendida nos estudos sobre mudanças climáticas, que despertam o interesse de cientistas desde o século XVII. Contudo, foi em 1988 que se criou o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), no âmbito das discussões da 1ª Conferência Climatológica Mundial, pela Organização Meteorológica Mundial (MMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Tais investigações resultaram na coleta de dados e sistematização da literatura produzida sobre os efeitos antropogênicos no globo terrestre. O ponto de partida, ainda nos anos 1990, compreendia que “o aumento nas concentrações de gases de efeito estufa (dióxido

de carbono, vapor de água, nitrogênio, oxigênio, monóxido de carbono, metano, óxido nítrico, óxido nítrico e ozônio entre outros) tende a reduzir a eficiência com que a Terra se resfria” (Marengo; Soares, 2003, p. 1).

O IPCC é um painel científico ligado à Organização das Nações Unidas. Ele, em si, não produz dados, ele sistematiza o que já foi produzido, num esforço global de compilação e validação de dados, informações e metodologias. Desde então, o IPCC elabora relatórios de avaliação e revisão da literatura publicada, constituindo-se num ponto de partida para estudos no âmbito das Nações Unidas, suas conferências e reuniões temáticas. O trabalho do IPCC está organizado em três grupos: I - Base da Ciência Física do Clima; II – Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade; III – Mitigação da Mudança do Clima. Esses grupos articulam diferentes cientistas e especialistas em diferentes áreas temáticas no mundo para produzirem relatórios temáticos. Dessa forma, o IPCC contribui para a discussão e ampliação de informações sobre o contexto do clima na terra e suas repercussões. O primeiro relatório científico (FAR) foi produzido antecedendo a Conferência Internacional do Meio Ambiente, em 1990 (OMM, 1992). O segundo (SAR) forneceu subsídios para as negociações que resultaram no Protocolo de Kioto, em 1997 (Marengo; Soares, 2003). O mais recente, de 2023, é o AR6.

O AR6 – Relatório científico do Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas – IPCC, da Organização das Nações Unidas - ONU para Cidades, Assentamentos e Infraestrutura, elaborado pelo Grupo de Trabalho II, quando da elaboração do sexto relatório de referência (AR6) para acompanhamento das mudanças climáticas partindo do tema Impactos, adaptação e vulnerabilidade (IPCC, 2022), afirma que, hoje, as áreas urbanas abrigam 4,2 milhões de pessoas, a maioria da população mundial.

Neste texto, tem-se o objetivo de prospectar situações da RMG a partir dos pontos paradigmáticos e das recomendações do AR6 (IPCC, 2023). Trata-se de uma reflexão preliminar e exploratória, visando contribuir com a construção de ações para resolução de problemas comuns na RMG.

7.2 O QUE DIZ O SEXTO RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DO IPCC SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

É fato que o crescimento da urbanização no mundo é uma tendência geral. Segundo dados da ONU-Habitat (2022, p. 4), “from a demographic perspective, a glimpse into the future, points to a world that will continue to urbanize over the next three decades – from 56 per cent in 2021 to 68 per cent in 2050, with urban areas absorbing virtually all the future growth of the world’s population”³⁴. Apesar dessa tendência, a classificação urbana-rural deve ser vista com ressalvas. Segundo o AR6 (IPCC, 2023), a dificuldade em caracterizar o urbano e o rural é também um grande problema para as populações, ao se constatar a presença de uma ocupação periurbana, que ele chama de assentamentos intermediários ou ambíguos. Esses assentamentos se encontram em posição particularmente vulnerável, uma vez que, conforme ressalta o IPCC (2023), tais comunidades sentirão de forma mais acentuada os efeitos das mudanças climáticas por concentrar população em um território não planejado, além de não contar com a gestão centralizada dos serviços urbanos possibilitados pelas cidades. Essencialmente, esses serviços deficitários nas ocupações periurbanas são: a distribuição de água potável, tratamento de resíduos sólidos e esgotos, prevenção e monitoramento de enchentes e alagamentos.

O AR6 aponta como elemento central a dificuldade de limitar o aquecimento da Terra, no ritmo e escalas adotadas até o momento, como um desafio. As perspectivas para os objetivos de limitar o aquecimento global a 1,5 grau Celsius, referenciados a partir da média de 10 anos observada a partir de 1850, marco da Revolução Industrial e da escalada de emissões de gases de efeito estufa, são desanimadoras. O relatório síntese do IPCC publicado em 2023 e traduzido para a língua portuguesa pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil mostra que, em 2020, já constatamos o alcance de uma média de 1,1 grau Celsius

³⁴ De uma perspectiva demográfica, um vislumbre do futuro aponta para um mundo que continuará a se urbanizar ao longo das próximas três décadas – de 56 por cento em 2021 para 68 por cento em 2050, com as áreas urbanas absorvendo praticamente todo o crescimento futuro da população mundial [tradução livre].

nos últimos 10 anos e que o limite de 1,5 grau Celsius seria alcançado mesmo se houvesse uma redução imediata das gerações de GEE (MCTI, 2023).

As emissões globais de GEE em 2030, implicadas pelas contribuições determinadas nacionalmente (NDCs) anunciadas até outubro de 2021, tornam provável que o aquecimento exceda 1,5°C durante o século 21 e torne mais difícil limitar o aquecimento abaixo de 2° C (IPCC, tradução MCTI, 2023, p. 26)

Importante salientar que o AR6 indica que os impactos decorrentes poderão ser ainda maiores, a curto prazo, todas as regiões do mundo poderão enfrentar adicionais ameaças climáticas com riscos diversos para os ecossistemas e seres humanos. Destes, é possível destacar:

As ameaças e riscos associados esperados a curto prazo incluem aumento da mortalidade e morbidade humanas relacionadas ao calor (alta confiança), doenças transmitidas por alimentos, água e vetores (alta confiança), e problemas de saúde mental (confiança muito alta), inundações em cidades e regiões costeiras e outras cidades e regiões baixas (alta confiança), perda de biodiversidade em ecossistemas terrestres, de água doce e oceânicos (confiança média a muito alta, dependendo do ecossistema) e uma diminuição da produção de alimentos em algumas regiões (alta confiança). Mudanças relacionadas à criosfera em inundações, deslizamentos de terra e disponibilidade de água têm o potencial de levar a consequências graves para pessoas, infraestrutura e economia na maioria das regiões montanhosas (alta confiança). O aumento projetado na frequência e intensidade da precipitação intensa (alta confiança) aumentará as enchentes locais geradas pela chuva (confiança média) - (IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 31).

Os impactos ficam didaticamente construídos nos infográficos do IPCC, conforme tradução MCTI (2023), reproduzidos nas Figuras 7.1 e 7.2.

Figura 7.1 - Impactos generalizados e substanciais observados e perdas e danos relacionados, atribuídos à mudança do clima



Nota Explicativa. A mudança do clima já causou impactos generalizados e perdas e danos relacionados aos sistemas humanos e alterou os ecossistemas terrestres, de água doce e oceânicos em todo o mundo. A disponibilidade física de água inclui o equilíbrio da água disponível de várias fontes, incluindo água subterrânea, qualidade da água e demanda de água. As avaliações globais de saúde mental e de deslocamento refletem apenas as regiões avaliadas. Os níveis de confiança refletem a avaliação da atribuição do impacto observado à mudança do clima.

Fonte: IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 23.

Figura 7.2 - Os impactos são causados por mudanças em múltiplas condições climáticas físicas, que são cada vez mais atribuídas à influência humana



Nota Explicativa. Os impactos observados estão ligados às mudanças físicas do clima, incluindo muitas que foram atribuídas à influência humana, tais como os fatores de impacto climático selecionados mostrados. Os níveis de confiança e probabilidade refletem a avaliação da atribuição do fator de impacto climático observado à influência humana.

Fonte: IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 23.

Com isso, aponta-se, para o momento, que nos resta o objetivo de tentar manter o aquecimento limitado a 2 graus Celsius, com grande acréscimo de exposição a riscos, vulnerabilidades, desastres e eventos extremos. Contudo, tal futuro dependerá das decisões tomadas no presente. A Figura 7.3 mostra a evolução do aquecimento desde 1900, as projeções de temperaturas para os próximos 80 anos segundo cinco cenários estudados pelos cientistas do IPCC, caso

agir: a mitigação das emissões e a adaptação de edificações, infraestruturas e das cidades para enfrentar os eventos extremos que já sabemos que serão inevitáveis e se agravarão nos próximos anos e décadas.

Ainda assim, mesmo sem planejamento central, muitas medidas estão sendo tomadas, mesmo que de maneira desarticulada. Importante destacar que o Brasil tem políticas importantes já consolidadas de geração de energia com baixas emissões de GEE, através do uso de etanol combustível e da matriz energética, com forte presença de geração de energia hidroelétrica. Todavia, tem crescido nos últimos anos a geração de energia elétrica em usinas termoelétricas, que são usadas no país como fonte de energia emergencial, para momentos de escassez de chuvas, e a gasolina ainda é um dos principais combustíveis utilizados pelos carros brasileiros. Ademais, nossas principais emissões centram-se no desmatamento.

O meio rural responde pela maioria das emissões verificadas, com destaque para a mudança de uso do solo rural através de queimadas e desmatamentos³⁶. Em apenas quatro anos, entre 2018 e 2022, o país perdeu 9.319.125 hectares de florestas e mais 1.549.995 hectares de formações vegetais não florestais. Isso representa uma perda de 1,88% das florestas e mais 3,16% das formações naturais não florestais nos últimos quatro anos. Por outro lado, a área destinada à produção agropecuária cresceu 3,55% no mesmo período, um acréscimo de 9.683.871 hectares. Um dado preocupante é o aumento de 12,27 na área não vegetada, que inclui a ocupação urbana, mas também pode ser sinal de desertificação. Em 2022 essa área não vegetada chegou a 6.806.002 hectares (Mapbiomas, 2022).

O combate ao desmatamento ilegal é um desafio a ser enfrentado em todos os estados, inclusive em Goiás. Quando nos referimos à adaptação, ainda há muito o que se fazer. Os principais efeitos extremos com os quais precisamos nos preocupar são: secas, ameaça à segurança hídrica do abastecimento com água potável, incêndios, degradação da saúde pública com desenvolvimento de doenças ligadas à hipertermia, redução da produção de alimentos, enchentes, alagamentos, tempestades torrenciais, ventos destruidores e deslizamentos de terra. Para evitar que esses eventos ameacem a vida nas cidades, o IPCC estimula a adoção de

³⁶ Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/> Acesso em: 19 fev. 2024.

práticas que adaptem a infraestrutura verde, que é aquela baseada nos processos naturais, à infraestrutura azul, que é a de cursos d'água, lagos e rios, à infraestrutura cinza, que são as edificações e obras de arte de engenharia, e à infraestrutura social.

Isso nos remete a um trecho do AR6 que analisa a eficácia da adaptação que precisaremos efetivar. Para cada item analisado relativo à “situação atual e tendências”, o relatório exhibe uma classificação de confiança entre média, alta ou muito alta. Aqui, destacamos o item “Progresso Anual em adaptação e Lacunas e Desafios”. Nesse item o AR6 indica que houve progressos com benefícios documentais e eficácia variável. Sobre isso, chamamos atenção à conclusão A.3.2.

A eficácia da adaptação na redução dos riscos climáticos está documentada para contextos, setores e regiões específicos (alta confiança). Exemplos de opções eficazes de adaptação incluem: melhorias de cultivares, **gestão e armazenamento de água** [grifo nosso] nas fazendas agrícolas, conservação da umidade do solo, irrigação, agroflorestas, **adaptação baseada na comunidade** [grifo nosso], diversificação agrícola a nível da fazenda e da paisagem, abordagens sustentáveis de manejo do solo, uso de princípios e práticas agroecológicos e outras abordagens que trabalham com processos naturais (alta confiança). Abordagens de adaptação baseada em ecossistemas, **como ecologia urbana** [grifo nosso], restauração de zonas úmidas e ecossistemas florestais a montante, têm sido eficazes na redução dos riscos de enchentes e calor urbano (alta confiança). Combinações de medidas não estruturais, como sistemas de alerta precoce, e medidas estruturais, como diques, reduziram a perda de vidas em caso de enchentes (confiança média). As **opções de adaptação, como gestão de riscos de desastres, sistemas de alerta precoce, serviços climáticos e redes de segurança social** [grifo nosso], têm ampla aplicabilidade em múltiplos setores (alta confiança). (IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 24).

Na escala urbana, as principais barreiras observadas mundialmente à adaptação das cidades às mudanças climáticas são “recursos limitados, falta de envolvimento do setor privado e dos cidadãos, mobilização insuficiente de financiamento (inclusive para pesquisa), baixa alfabetização climática, falta de compromisso político, pesquisa limitada e/ou lenta e baixa assimilação da ciência da adaptação e baixo senso de urgência” (IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 24).

Destaca-se que um plano de adaptação e mitigação das mudanças climáticas demanda recursos e financiamento para pesquisa, além das ações imediatas. A realidade de cada município é diferente, principalmente em termos orçamentários e

de gestão. Por isso, apesar de os relatórios do IPCC trazerem uma boa referência sobre as dificuldades sentidas mundialmente, os Planos de Adaptação precisam ser desenvolvidos de acordo com as realidades locais. Para isso, é necessário envolver os vários setores, não apenas na esfera pública, mas também na privada. Portanto, o primeiro desafio para a governança metropolitana da Região Metropolitana de Goiânia em termos de preocupação com o contexto e desdobramento das mudanças climáticas é a elaboração de seu Plano de Adaptação para as Mudanças Climáticas.

7.3 A REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA – UM OLHAR EM DIÁLOGO COM O AR6

A história da ocupação da Região Metropolitana de Goiânia é representativa do modelo de urbanização da sociedade brasileira, incluindo suas especificidades. Planejada sob a égide da modernidade, a capital projetada na década de 1930 inseria-se num estado profundamente agrário enquanto o contexto brasileiro passava pelo período de modernização e transformação de uma economia exclusivamente agrária para uma economia industrializada de mercado. A intensificação da urbanização foi vista nas décadas seguintes, principalmente aliada ao êxodo rural, consequência da modernização da agricultura no Brasil central. Na década de 1970, a população rural em Goiás era de 57,9%, Goiânia crescia de forma exponencial, projetada para 50 mil habitantes, em 1970 a cidade já contava com mais de 380 733 pessoas, com 13.363 no rural, ou seja, 3,5%.

As mudanças regionais, a dinamização das cidades e a conurbação com a capital levaram à conformação do aglomerado urbano de Goiânia em 1999. Em 2023, já denominado de Região Metropolitana de Goiânia, esta é composta por 21 municípios, somando 2.600.560 habitantes, o que equivale a 36,86% da população do estado (IBGE, 2022). Enquanto em 2010 a população rural do estado era de 9,71%, na RMG ela alcançava 2% (IBGE, Censo Demográfico 2010).

O crescimento urbano na RMG e a dinâmica de uso da terra ainda se apresentam como desafios para a gestão compartilhada das funções públicas de interesse comum. Em termos de supressão da vegetação, entre 1985 e 2022, a

região já perdeu 21,43% da sua cobertura vegetal natural (Mapbiomas, 2024). Ademais, muitos dos seus municípios já enfrentam problemas críticos de escassez hídrica no período da seca e alagamentos nos períodos de chuva. Portanto, esses extremos sinalizam para a relevância dos Planos de Adaptação Climática para as cidades da RMG, em consonância com o que vem alertado no IPCC (2023).

Na Região Metropolitana de Goiânia, algumas iniciativas importantes para adaptação e mitigação das mudanças climáticas estão sendo implementadas, apesar de não termos um planejamento centralizado em um Plano de Referência. O transporte coletivo do Eixo Anhanguera começa em 2024 a sua transição para o uso de ônibus elétricos, no lugar dos movidos a diesel.³⁷

Uma grande preocupação em relação à RMG é a ameaça aos sistemas ecológicos naturais, desde há muito pressionados pela ocupação humana e novamente ameaçados pelo aquecimento do clima. A manutenção das condições climáticas e a infraestrutura de subsistência, especialmente a disponibilidade hídrica, dependem da proteção desses ecossistemas que servem a região. O relatório AR6 do IPCC aponta que a perda desses ecossistemas tem impactos em cascata, de longo prazo e que podem ser imprevisíveis, especialmente para as comunidades locais, pobres ou vulneráveis. “A vulnerabilidade dos ecossistemas será fortemente influenciada por padrões passados, presentes e futuros de consumo e produção insustentáveis, pressões demográficas crescentes e uso e gestão persistente e insustentável da terra, oceano e água” (IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 31).

O tempo também é um adversário cruel. As opções de adaptação viáveis hoje tendem a se tornar limitadas e menos eficazes com o aumento do aquecimento global (IPCC, 2023). Isso quer dizer que, depois que começarmos a verificar a extinção de nascentes, haverá pouca efetividade em tomar medidas para protegê-las, por exemplo. A mesma situação limite será verificada quando ocorrer desmatamento e destruição de reservas florestais. Os processos de recuperação ambiental são lentos e de difícil execução, pois demorarão séculos para atingir o ápice de biodiversidade e plenitude dos processos ecossistêmicos que caracterizavam a vegetação nativa desmatada. A má adaptação também preocupa o

³⁷ Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2023/06/05/onibus-eletricos-de-parceria-eletrica-e-scania-comecam-a-operar-em-goiania/>. Acesso em: 19 fev. 2024.

IPCC, que pede que ela seja evitada através de “planejamento e implementação de ações de adaptação flexíveis, multisetoriais, inclusivos e de longo prazo, com benefícios para muitos setores e sistemas” (IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 36).

Para cidades e sistemas urbanos, o AR6 - relatório síntese - resume bem todas as peculiaridades a serem observadas para sua adaptação. De forma geral, o planejamento dos quatro níveis de infraestrutura, verde/natural, azul (água), cinza (edificações) e social é a ferramenta básica para a adaptação. O item C.3.4., relativo a Cidades, Assentamentos e Infraestrutura, indica que:

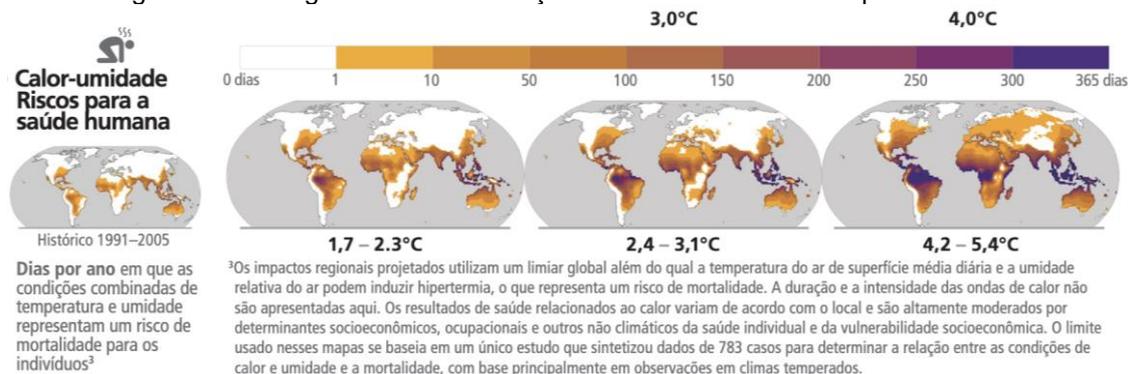
Os sistemas urbanos são críticos para atingir reduções profundas das emissões e promover o desenvolvimento resiliente ao clima (alta confiança). **Os principais elementos de adaptação e mitigação** [grifo nosso] nas cidades incluem considerar os impactos e riscos da mudança do clima (por exemplo, através de serviços climáticos) **na concepção e planejamento de assentamentos e infraestruturas; o planejamento do uso do solo para se atingir uma forma urbana compacta** [grifo nosso], a localização de empregos e habitações; o apoio aos transportes públicos e à mobilidade ativa (por exemplo, caminhar e andar de bicicleta); a concepção, construção, reabilitação e utilização eficientes dos edifícios; a **redução e alteração do consumo de energia** [grifo nosso] e materiais; a suficiência; a substituição de materiais; e a eletrificação em combinação com fontes de baixa emissão (alta confiança). Transições urbanas que oferecem benefícios para a mitigação, adaptação, saúde humana e bem-estar, os serviços ecossistêmicos e a **redução da vulnerabilidade para comunidades** [grifo nosso] de baixa renda são promovidos pelo planejamento inclusivo a longo prazo, que adota uma abordagem integrada à infraestrutura física, natural e social (alta confiança). A **infraestrutura verde/natural e azul** [grifo nosso] apoia a absorção e armazenamento de carbono e, isoladamente ou quando combinada com a infraestrutura cinza, pode reduzir o uso de energia e o risco de eventos extremos, como ondas de calor, enchentes, chuvas intensas e secas, gerando cobenefícios para a saúde, bem-estar e meios de subsistência (confiança média) - (IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 46).

A conservação florestal e a restauração florestal oferecem a maior parcela do potencial de mitigação. A recuperação de ecossistemas e o reflorestamento também podem levar a *trade-offs* entre os planos de adaptação e mitigação a mudanças climáticas e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da ONU. Esses *trade-offs* precisam ser minimizados através de abordagens integradas, observando a realidade em toda a sua complexidade. As técnicas de agricultura urbana e agroflorestal também são apontadas como medidas eficazes. A sigla usada para essas técnicas pelo relatório do IPCC é AFOLU (*agriculture, forest and other land*

uses). Elas fornecem benefícios de adaptação e mitigação em curto prazo em regiões como a RMG. Importante salientar que práticas de agricultura urbana já são vistas na RMG, bem como, há um potencial a ser explorado e fortalecido de produção de olericulturas pela agricultura familiar ainda presente na região.

Uma consequência que preocupa o IPCC, mas para a qual ainda não nos atentamos no Brasil, é o impacto do aquecimento do planeta sobre a saúde humana. As temperaturas elevadas, inclusive as ondas de calor, pioram os eventos de poluição do ar e têm impactos sobre a qualidade da água disponível, especialmente para as populações socialmente vulneráveis. Nosso sistema de saneamento básico, na RMG, possui uma certa robustez que nos alivia por ora de sentir esses efeitos de forma dramática, mas, à medida que o planeta aquece, esse sistema tende a aumentar sua vulnerabilidade. Os principais riscos para a saúde humana percebidos mundialmente são hipertermia, pela prolongada exposição ao calor, problemas respiratórios devido à exposição a poluentes do ar, fruto das queimadas e da poeira dispersa, e doenças relacionadas ao uso de águas poluídas por falta de água potável nos períodos de escassez. A Figura 7.4 demonstra o prolongamento das ondas de calor à medida que o planeta aquece, enquanto a Figura 7.5 apresenta a eficiência das medidas de adaptação e seus impactos sobre a morbidade humana relacionada ao calor e à insegurança alimentar (IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023).

Figura 7.4 – Infográfico sobre a relação calor-umidade e riscos para a saúde humana

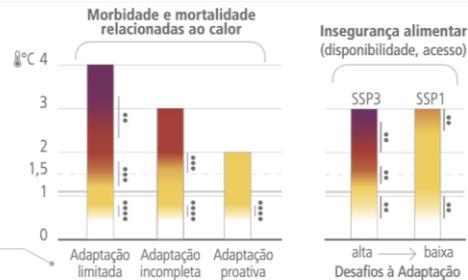


Fonte: IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 91.

Figura 7.5 – Adaptação e trajetórias socioeconômicas afetam os níveis de risco relacionados ao clima

Adaptação e trajetórias socioeconômicas afetam os níveis de riscos relacionados ao clima

Adaptação limitada (falha na adaptação proativa; baixo investimento em sistemas de saúde); adaptação incompleta (planejamento de adaptação incompleta; investimento moderado em sistemas de saúde); adaptação proativa (gerenciamento da adaptação proativa; maior investimento em sistemas de saúde)



A trajetória SSP1 ilustra um mundo com baixo crescimento populacional, alta renda e redução das desigualdades, alimentos produzidos em sistemas de baixa emissão de GEE, regulamentação eficaz do uso da terra e alta capacidade de adaptação (ou seja, baixos desafios à adaptação). A trajetória SSP3 tem tendências opostas.

Fonte: IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 93.

No caso da RMG, as ondas de calor de 2023 apresentaram-se com intensidade não vista antes. As temperaturas médias atingiram 28 graus Celsius, 1,7 grau Celsius acima da Normal Climatológica em setembro de 2023 e 25,9 graus Celsius, 1,2 grau Celsius acima da Normal Climatológica, em janeiro de 2024. Ainda não temos dados diretamente associados à morbidade relativa ao calor na RMG. Mas o início de 2024 tem alertado a saúde pública com a ocorrência das arboviroses, principalmente a dengue, aumento esse está associado às chuvas intensas após períodos prolongados de estiagem. Em fevereiro de 2024, a capital, Goiânia, já apresentava 2.542 casos, representando um aumento de cerca de 67,2% em relação ao Boletim anterior de divulgação de dados da Secretaria Municipal de Saúde. Nesse mês, também foi registrado o primeiro óbito por dengue no ano³⁸.

Toda essa situação complexa e perigosa impõe aos formuladores de políticas públicas e gestores desafios urgentes de planejamento. A palavra de ordem para a humanidade hoje é resiliência. A resiliência é compreendida como a capacidade de suportar os impactos sem sucumbir. Portanto, resiliência e adaptação para o contexto que se apresenta tornam-se fundamentais na definição de políticas públicas. Para tal, a redução das vulnerabilidades e a promoção de ações de prevenção e adaptação aos eventos extremos que podem ser previstos tornam-se elementos vitais na definição das ações de políticas públicas. No item 4.5, Ações de Mitigação e Adaptação no Curto Prazo, especificamente o 4.5.3 Cidades, assentamentos e infraestrutura, o IPCC (2023) traduzido por MCTI (2023) indica que:

³⁸ Disponível em: <https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2024/02/21/goiania-registra-a-primeira-morte-por-dengue-em-2024-diz-prefeitura.ghtml> Acesso em: 1 mar. 2024.

Considerar os impactos e riscos da mudança do clima (por exemplo, através de serviços climáticos) **no projeto e planejamento de assentamentos urbanos e rurais e infraestrutura é fundamental para a resiliência e a melhoria do bem-estar humano.** A mitigação efetiva pode ser avançada em cada uma das etapas de projeto, construção, retrofit, uso e disposição das edificações. As intervenções de mitigação para edificações incluem: na fase de construção, materiais de construção de baixa emissão, invólucro de construção altamente eficiente e a integração de soluções de energia renovável; na fase de uso, aparelhos/ equipamentos altamente eficientes, a otimização do uso de edificações e seu abastecimento com fontes de energia de baixa emissão; e na fase de disposição, reciclagem e reutilização de materiais de construção. As medidas de eficiência podem limitar a demanda de energia e materiais ao longo do ciclo de vida dos edifícios e aparelhos (alta confiança) - (IPCC 2023, tradução MCTI, 2023, p. 123, grifo nosso).

Frisa-se que essas medidas de adaptação para as edificações precisam ser incorporadas aos códigos de obras e edificações das cidades e se tornarem orientações assertivas e transparentes para os construtores. Embora não seja uma política local, mas tem impacto local, vê-se no Brasil o estímulo à adoção de placas fotovoltaicas para geração de energia para consumo próprio, bem como o uso de aquecedores solares de água para uso residencial. Segundo mapeamento da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, Absolar, o estado de Goiás já possuía em outubro de 2022 mais de 653,6 Megawatts de potência instalada em operação nas residências, comércios, indústrias, propriedades rurais e prédios públicos. O estado é o sétimo maior gerador de energia elétrica fotovoltaica do Brasil, respondendo por 4,8% das gerações nacionais. Dados da Absolar indicam que "o estado possui mais de 55,2 mil conexões operacionais, espalhadas por 245 municípios, ou 99,6% dos 246 municípios da região"³⁹.

Além das mudanças nas formas de edificar, também precisamos aprimorar os processos de construção e manutenção de outros tipos de infraestrutura. Os sistemas naturais, considerados pelo relatório do IPCC como infraestrutura verde, têm grande potencial para reduzir riscos, aumentar a resiliência e mitigar as

³⁹ Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/goias-e-o-setimo-estado-brasileiro-com-maior-potencia-de-energia-solar-em-telhados-e-pequenos-terrenos-2/> Acesso em: 27 fev. 2024.

emissões com baixo custo de implementação. Ainda no item 4.5.3, o IPCC (2023) traduzido por MCTI (2023) indica que:

A infraestrutura verde/natural e azul, como a silvicultura urbana, telhados verdes, lagoas e lagos, e a restauração de rios podem mitigar a mudança do clima através da absorção e armazenamento de carbono, emissões evitadas e redução no uso de energia, reduzindo, ao mesmo tempo, o risco de eventos extremos, como ondas de calor, precipitação pesada e secas, e avançando nos cobenefícios para a saúde, o bem-estar e a subsistência (confiança média). **A arborização urbana** pode proporcionar resfriamento local (confiança muito alta). **A combinação de respostas de adaptação verde/natural e cinza/física da infraestrutura tem potencial para reduzir os custos de adaptação e contribuir para o controle de enchentes, saneamento, gestão de recursos hídricos**, prevenção de deslizamentos de terra e proteção costeira (confiança média). Globalmente, mais financiamento é dirigido à infraestrutura cinza/física do que à infraestrutura verde/natural e à infraestrutura social (confiança média), e há poucas evidências de investimento em assentamentos informais (confiança média a alta). Os maiores ganhos em bem-estar nas áreas urbanas podem ser alcançados priorizando o financiamento para reduzir o risco climático para comunidades de baixa renda e marginalizadas, incluindo pessoas que vivem em assentamentos informais (alta confiança) (IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 124, grifo nosso).

Em relação aos eventos extremos provocados pelas mudanças climáticas, as enchentes estão entre os primeiros a serem verificados na Região Metropolitana de Goiânia. Elas são provocadas pelas chuvas torrenciais e localizadas. Isso se traduz, também, na alteração da drenagem da rede natural com a ocupação de fundos de vale ou as áreas de alagamentos da cota de inundação dos cursos d'água. Sobre isso, destaca-se a situação do rio Meia Ponte⁴⁰ e do ribeirão João Leite⁴¹, por exemplo, cujas chuvas torrenciais verificadas em fevereiro de 2024 elevaram sua cota, atingindo bairros lindeiros na capital.

O respeito aos rios e a recuperação de suas vazantes e matas ciliares e de galeria a montante dos pontos críticos são apontados pelo relatório síntese do IPCC como uma das opções importantes de adaptação à radicalização dos eventos causada pelas mudanças climáticas. Diminuir a velocidade de deslocamento da

⁴⁰ Disponível em: <https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2020/04/22/rio-meia-ponte-transborda-inunda-casas-e-um-campo-de-pesquisa-da-embrapa-em-goias.ghtml> Acesso em: 1 mar. 2024.

⁴¹ Disponível em: <https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2024/02/06/ribeirao-joao-leite-transborda-e-alaga-casas-em-goiania-video.ghtml> Acesso em: 1 mar. 2024.

água ao manter a integridade da infraestrutura natural é uma solução que integra segurança hídrica, combate à poluição, retenção de GEE, segurança da infraestrutura cinza e segurança dos ecossistemas. No item 4.5.4 – Terra, Oceano, Alimentos e Água, o IPCC (2023) traduzido por MCTI (2023) aponta que:

Os rios naturais, áreas úmidas e florestas a montante reduzem o risco de inundação na maioria das circunstâncias (alta confiança). A melhoria da retenção natural de água, como a restauração de áreas úmidas e rios, o planejamento do uso do solo, como de zonas sem construção ou o manejo florestal a montante, pode reduzir ainda mais o risco de inundação (confiança média). Para inundações internas, combinações de medidas não estruturais como sistemas de alerta precoce e medidas estruturais como diques reduziram a perda de vidas (confiança média), mas defesas duras contra inundações ou elevação do nível do mar também podem ser má adaptativas (alta confiança) - (IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 125).

Nessa perspectiva, impõe-se a necessidade de preparar uma estrutura de governança para a RMG para, em parceria com os municípios, elaborar planos de adaptação e mitigação às mudanças climáticas, a fim de monitorar as principais vulnerabilidades observadas para a região, buscar financiamento para a implementação de medidas adaptativas e construir sinergia entre os entes públicos para a cogovernança das situações de crise previstas para o futuro. É preciso que a RMG se prepare:

A evidência científica acumulada é inequívoca: a mudança do clima é uma ameaça ao bem-estar humano e à saúde planetária (confiança muito alta). Qualquer atraso adicional na ação global coordenada antecipatória sobre adaptação e mitigação significa perder uma breve, que se fecha rapidamente, janela de oportunidade para assegurar um futuro viável e sustentável para todos (confiança muito alta) - (IPCC, 2023, tradução MCTI, 2023, p. 108).

Por fim, cabe destacar que, em nível estadual, o Governo de Goiás criou, em 2016, o Fórum Goiano de Mudanças Climáticas (FGMC) através do Decreto nº 8.652, de 19 de maio de 2016, composto por cerca de 64 representações, incluindo o município de Goiânia e a Associação Goiana de Municípios (AGM). Dentre os 13 objetivos enunciados para o FGMC no artigo 2º, destaca-se:

I – mobilizar e conscientizar a sociedade goiana a respeito das mudanças climáticas, bem como da preservação e conservação dos

recursos naturais, com a finalidade de subsidiar a elaboração e implementação de políticas públicas relacionadas aos temas; II – **promover a articulação técnica com o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas**, os fóruns estaduais constituídos, como também com a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, além de outras iniciativas públicas ou privadas concernentes aos objetivos, programas e projetos de mitigação de emissão de gases de efeito estufa e adaptação às mudanças climáticas; III – **facilitar a interação entre a sociedade civil e o poder público**, para promover o ingresso dos temas nas esferas de atuação das secretarias de estado, autarquias e fundações estaduais e municipais, prefeituras, do setor empresarial e acadêmico, da sociedade civil organizada e dos meios de comunicação social (Goiás, 2016).

Consta, ainda, no artigo 7º, que ele estimulará a criação de fóruns locais de mudanças climáticas, podendo realizar consultas públicas no estado. Desde a sua criação, o Fórum tem enfrentado dificuldades para sua efetivação. A Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) possuiu uma Gerência de Mudanças Climáticas e Serviços Ecossistêmicos que tem buscado a reativação desse Fórum com o objetivo de consolidar políticas de pagamentos por serviços ambientais em Goiás⁴².

7.4 AS VARIAÇÕES DO CLIMA E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE A RMG

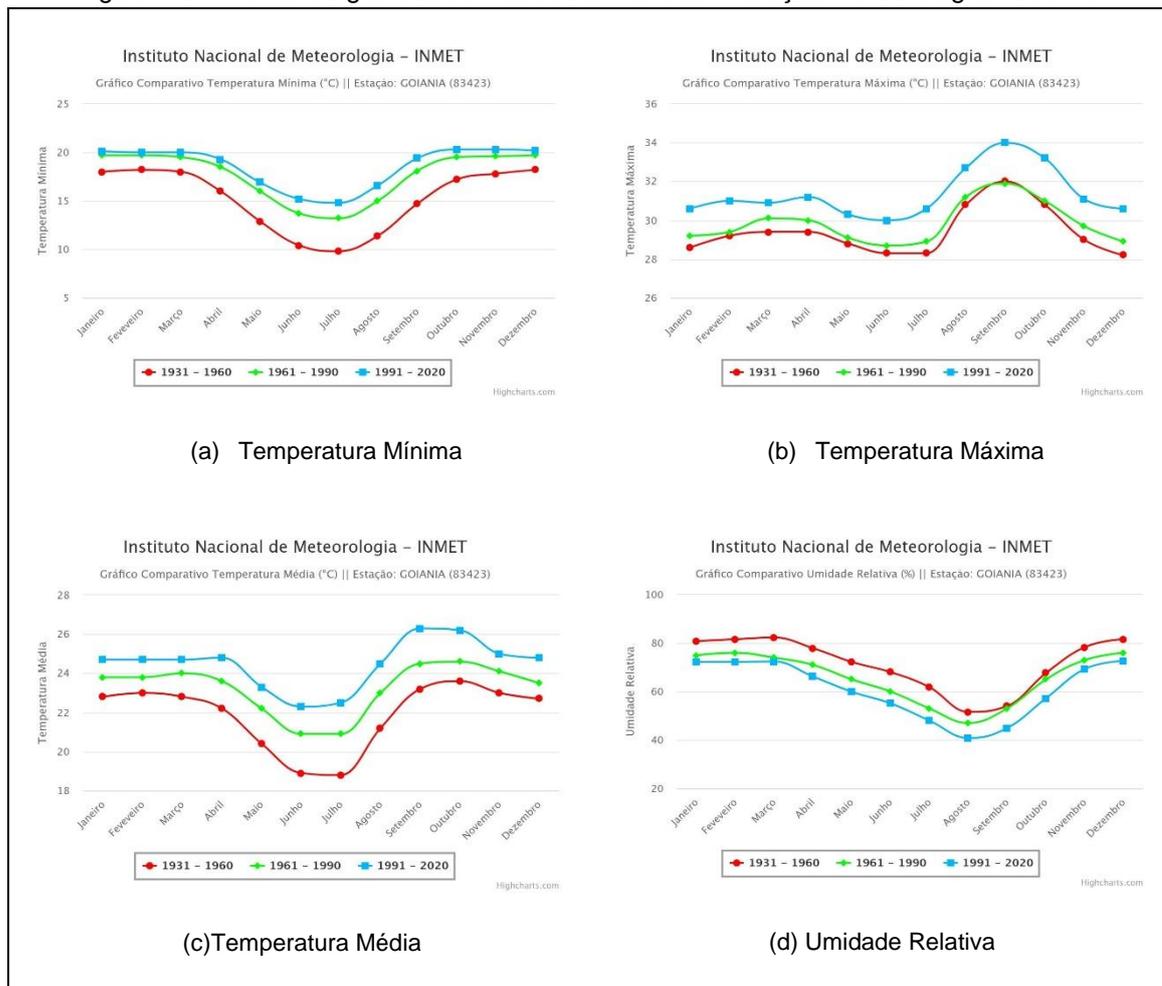
Talvez um dos primeiros elementos a se considerar, quando nos referimos às mudanças climáticas e aquecimento global, seja termos o cuidado para não misturar as escalas. O aquecimento global se resolve com tomadas de decisões globais, tais como os acordos internacionais, que muitas vezes são assinados, mas encontram dificuldades ou barreiras para serem efetivados no prazo necessário para minimizar os problemas. Exemplificam isso os desdobramentos do Protocolo de Kyoto, 1997, cujas metas de redução de emissão ainda não foram atingidas.

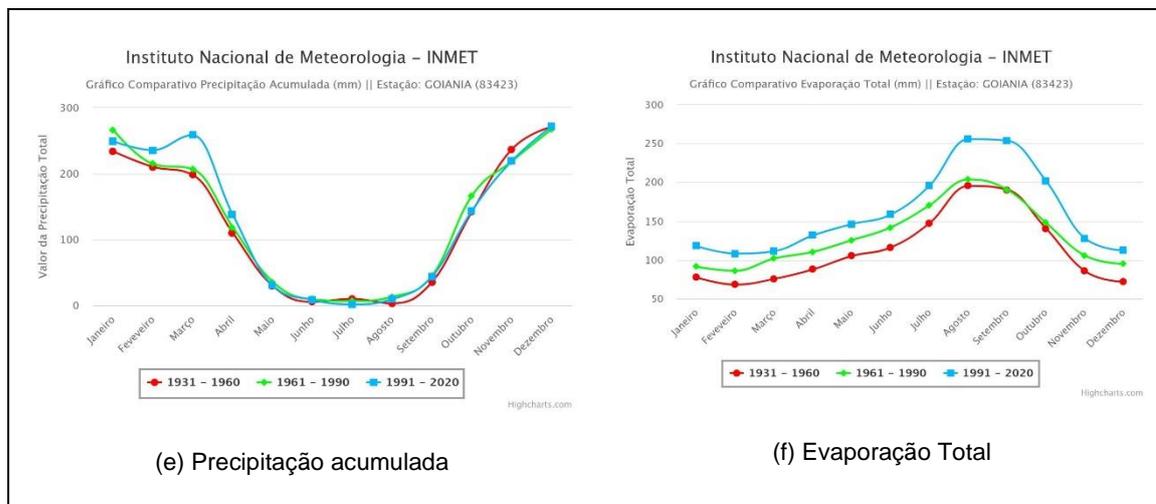
Quando se refere à escala de região metropolitana, como é o caso da RMG, o que o planejamento pode fazer é entrar como contribuinte no processo, minimizando a emissão de gases (assim, ações para melhoria da mobilidade urbana podem ser

⁴² Disponível em: <https://goias.gov.br/meioambiente/artigo-reativacao-do-forum-goiano-de-climaticas-para-impulsionar-gestao-de-clima-em-goias/#:~:text=O%20F%C3%B3rum%20Goiano%20de%20Mudan%C3%A7as,de%20pol%C3%ADticas%20clim%C3%A1ticas%20do%20Estado>. Acesso em: 19 fev. 2024.

soluções interessantes, bem como aperfeiçoar a gestão ambiental para evitar desmatamentos e queimadas, estabelecer normas para licenciamentos de empreendimentos industriais, etc.). Porém, a RMG, mesmo fazendo tudo isso, num cenário de catástrofe de escala global, poderá sofrer todas as consequências da mesma forma que outras localidades. Todavia, além do debate sobre as mudanças climáticas global, o cenário local já apresenta problemas sérios. O fato é que a RMG, da mesma forma que outras regiões metropolitanas do Brasil e do mundo, cresceu de maneira insustentável, de tal forma que vemos nas normais climatológicas alterações expressivas na temperatura, na umidade relativa, na evapotranspiração, e muito possivelmente na intensidade das precipitações (Figura 7.6).

Figura 7.6 – Painel de gráficos com dados climáticos - Estação Meteorológica Goiânia





Fonte: INMET.

Pode-se chamar a atenção, por exemplo, aos efeitos do El Niño no Brasil, que ficaram bem marcados em 2023, ou seja, a ocorrência de fortes tempestades no sul do Brasil e atraso na expansão da massa de ar equatorial, que prolongou a seca na Amazônia, Cerrado e Caatinga. Esse atraso na expansão da massa de ar equatorial é devido a um enfraquecimento dos ventos alísios, resultando no aquecimento das águas do Oceano Pacífico. É importante ressaltar que isso sempre aconteceu e a frequência sempre foi aleatória. O fato é que nos tempos atuais continua sendo aleatório, mas a frequência desses eventos tem aumentado.

Assim, o que o planejamento da RMG precisa priorizar é trazer a RMG para um cenário mais sustentável, com a preservação das áreas úmidas, preservação da vegetação nativa remanescente, recuperação de áreas degradadas, entre outras ações. Em eventos extremos, a não ocupação de áreas úmidas minimizará o risco da população, a cobertura de vegetação nativa em áreas sensíveis também minimizará os eventos de escoamento superficial e ainda ajudará na infiltração das águas, que serão essenciais em eventos extremos de seca.

7.5 DIRETRIZES PARA A RMG DIANTE DO DESAFIO DE PACTUAÇÃO DE AÇÕES NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Diante dos elementos apresentados sobre o AR6 e as recomendações do IPCC, apresenta-se o Quadro 7.1, no qual se elencam alguns dos principais riscos e

vulnerabilidades para a RMG, e o Quadro 7.2, que indica possíveis medidas de adaptação propostas para a RMG. Eles foram identificados a partir dos elementos constituídos no Diagnóstico do Plano de Desenvolvimento Integrado da RMG.

Quadro 7.1 – Riscos projetados para a RMG à luz do AR6: uma prospecção exploratória

Riscos projetados	Principais consequências	Regiões mais vulneráveis
Riscos à saúde da população pelo aumento da temperatura	Aumento nos eventos de morte por hipertermia; debilitação da saúde por exposição à poluição do ar e doenças respiratórias; e uso de água não potável devido à escassez Aumento de epidemias de doenças, principalmente as arboviroses	Populações pobres, moradores de rua, moradores de regiões afetadas por ilhas de calor, idosos, crianças e portadores de comorbidades
Danos à infraestrutura urbana causados por enchentes e tempestades severas	Inundações, alagamentos e enxurradas destruidoras da infraestrutura e com alto potencial para causar mortes, alto custo financeiro para as reconstruções das infraestruturas destruídas	Microbacias dos córregos urbanos, rio Meia Ponte, áreas próximas aos fundos de vale e regiões de alta vulnerabilidade junto a áreas alagáveis
Riscos à população pela exposição às secas urbanas	Insegurança hídrica, dificuldade de disponibilização de água tratada para toda a população	Toda a RMG, com especial preocupação para os municípios de Senador Canedo, Hidrolândia e Aparecida de Goiânia, que são muito dependentes de poços artesianos
Incêndios florestais	Aumento no potencial de combustão das áreas de mata remanescentes ou antropizadas devido ao aumento do material seco combustível provocado por longos períodos de estiagem, com potencial risco para propagação do fogo dentro de áreas urbanas	Unidades de conservação municipais e estaduais e remanescentes privados e públicos em áreas urbanas e rurais. Há necessidade de instituir brigadas civis para combate a incêndios.
Insegurança alimentar	O aquecimento global e a falta de água podem provocar escassez alimentar nos próximos anos. Medidas adaptativas para incentivar a agricultura urbana e as AFOUL podem ser adotadas em toda a RMG	Região Metropolitana como um todo, especialmente as populações no contexto de pobreza e extrema pobreza

Danos à infraestrutura	Ameaças de danos às infraestruturas de geração e distribuição de energia elétrica, gasodutos, vias regionais, estradas locais, informações, comunicação, telefonia e internet e tratamento e distribuição de água	Risco concentrado nas intersecções dessas infraestruturas com áreas de risco de alagamentos, enchentes e deslizamentos de terra.
------------------------	---	--

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 7.2 - Medidas de adaptação projetadas para a RMG à luz do AR6: uma prospecção exploratória

I - Infraestrutura Social	
Planejamento do uso do solo	Fortalecimento da governança institucional para o planejamento urbano de forma a evitar a ocupação de áreas de risco, obedecendo aos limites da disponibilidade hídrica, otimização da infraestrutura e garantia do acesso à terra urbana aos pobres e acompanhando o perfil demográfico de crescimento populacional
Proteção social e dos meios de subsistência	Adaptação com proteção social (ASP) é um apelo feito por Dodman <i>at al.</i> (2023) para reduzir a vulnerabilidade extrema dos mais pobres aos eventos extremos provocados pelas mudanças climáticas. Essa população está exposta aos maiores riscos, desde falta de água potável, escassez de alimentos até a exposição a enchentes e à hipertermia
Gerenciamento de emergência e segurança	O planejamento de segurança pode evitar tragédias climáticas implementando sistemas de alerta, brigadas de combate ao fogo, planos de evacuação de áreas ameaçadas, entre outras medidas a serem tomadas pelo poder público em parceria com as comunidades e agentes privados. A constituição de fundos públicos para socorrer os atingidos por eventos extremos também é uma medida importante a ser adotada
Sistema de saúde resiliente ao clima	Ainda há necessidade de pesquisar os impactos do aquecimento sobre a saúde humana e desenvolver protocolos de atenção básica. O Sistema Único de Saúde brasileiro já se coloca como exemplo para o mundo em universalização do atendimento, reduzindo a vulnerabilidade
Educação e comunicações	Ampliar o acesso à informação sobre mudanças climáticas, seja através dos meios de comunicação, seja na educação formal através de programas de educação climática, pode fortalecer o processo de adaptação e mitigação, aumentando a participação e a adesão geral a medidas que precisem ser tomadas
Herança cultural e instituições	O estabelecimento de políticas públicas afirmativas e o amadurecimento de uma cultura institucional protetiva, como a adoção dos ODS como referência para a ação coletiva nas cidades, se mostram como uma medida muito eficaz para a

	<p>adaptação climática. As restrições financeiras, a implementação de ações insuficientes, a falta de consideração às populações mais vulneráveis, a ausência de pesquisa e inovação para a adaptação são algumas das barreiras institucionais e culturais a serem superadas.</p>
<p>II - Soluções baseadas na natureza</p>	
Regulação da temperatura	<p>Estratégias baseadas na natureza, incluindo arborização urbana, telhados verdes, jardins verticais e outras vegetações urbanas podem reduzir a temperatura em espaços públicos e privados pelo sombreamento e evapotranspiração. As soluções baseadas na natureza (SBN) têm custo baixo de implantação e podem reduzir a demanda pelo uso de ar-condicionado em até 30% (Dodman, 2022, p. 948)</p>
Regulação da qualidade do ar	<p>Soluções baseadas na natureza podem regular a qualidade do ar e absorver poluentes. Árvores e barreiras com vegetação plantadas ao longo das ruas podem reduzir as partículas, o poluente do ar mais agressivo para a saúde</p>
Regulação das águas pluviais e saneamento	<p>Parques urbanos, florestas, alagados, telhados verdes e piscinões ajudam a controlar as águas pluviais de tempestades torrenciais, reduzindo o escoamento superficial e a contaminação das enxurradas por poluentes. As NBS podem diminuir os picos de fluxo de águas pluviais e melhorar sua qualidade. Equipamentos que ajudem a água a infiltrar no solo, como jardins de chuva, calçadas drenantes e poços de infiltração, além de reduzirem as enxurradas, ajudam a alimentar os lençóis subterrâneos. As dimensões das redes de drenagem subterrâneas precisam ser revistas e ampliadas para atender aos novos picos de precipitação, fenômeno já consolidado das mudanças climáticas</p>
Redução dos impactos das inundações ribeirinhas	<p>As SBN reduzem o volume de pico de águas dos rios e córregos, reduzindo a velocidade da drenagem natural. Evitar, ou até mesmo reverter, retificações e canalizações de cursos d'água, respeitando a ocupação das várzeas para onde o rio espraia durante as cheias, é a principal medida para evitar inundações destruidoras. A restauração de matas ciliares implementa uma faixa de proteção que reduz a velocidade de aporte das águas pluviais e aumenta a segurança das imediações dos cursos d'água. Durante os períodos de chuvas intensas, parques urbanos e espaços abertos nos fundos de vale podem funcionar como bacias de retenção, reduzindo os picos de volume de água a jusante</p>
Provisão de água tratada e gerenciamento	<p>As SBN são importantes para aumentar a infiltração de água no solo e proteger nascentes, matas ciliares e cursos d'água para assegurar a qualidade da água disponível. Garantir água natural local de qualidade, seja nos rios ou nos lençóis subterrâneos, é mais econômico que apostar em purificação de água de reuso (Dodman, 2022, p. 951)</p>
Produção de alimentos e	<p>A agricultura urbana pode ser uma solução baseada na</p>

segurança alimentar	natureza para garantir a segurança alimentar, especialmente para as comunidades mais pobres. Para isso, é preciso fornecer terras viáveis para que possam ser usadas para a produção de alimentos. Investimentos em agricultura vertical vêm sendo feitos em muitos países e podem também ser implantados. A constituição de espaços de comercialização democráticos e acessíveis à agricultura urbana também é uma barreira a ser vencida
III - Infraestrutura Física / Cinza	
Morfologia urbana	Morfologia urbana descreve a visão geral das cidades como entes físicos, ambientais e culturais. As cidades interagem com os processos ambientais e ecológicos que as abrangem, como precipitações, drenagem fluvial, erosões, topografia e águas subterrâneas. O desenho elaborado para as infraestruturas físicas pode incluir riscos e impactos sociais e ambientais, especialmente quando relacionados ao uso da terra. Muitas pesquisas precisam ser feitas ainda nesse campo, como sobre a relação entre a morfologia urbana, a irradiação solar e as ilhas de calor
Desenho de edificações e construções	Mudanças de projeto nas edificações podem criar edificações mais adaptadas aos eventos extremos de calor, frio ou inundações. Aumentar a insolação natural, a ventilação, em especial durante a noite, a orientação de insolação das janelas dos dormitórios, isolamento térmico, adição de telhados e fachadas verdes e captação de água da chuva são algumas das receitas que podem ser usadas. Algumas medidas, como fachadas refletivas, podem reduzir o calor interno, mas aumentar o calor ambiente no entorno das edificações. O resfriamento passivo é uma estratégia baseada em design amplamente utilizada para ampliar a ventilação natural
Tecnologias de informação e comunicação (ICT)	A infraestrutura de ICT está profundamente interligada com o funcionamento da cidade e os sistemas de infraestrutura e pode ser usada para dar suporte à resiliência das cidades e da infraestrutura. ICT é a base do conceito de <i>smart-cities</i> e pode ajudar no gerenciamento de estruturas e processos adaptativos, como no uso da energia e na engenharia de tráfego. ICT provê o acesso a informações necessárias para tomada de decisões, facilitação de aprendizado e coordenação entre os <i>stakeholders</i> , construção de capital social, assim como ajuda a monitorar, visualizar e disseminar atuais e futuras ações climáticas
Energia	Há muitas medidas disponíveis para adaptar as infraestruturas de energia às mudanças climáticas. Elas geralmente envolvem mudanças de projeto de engenharia, atualização das instalações e a construção de redundância e robustez nos sistemas para garantir a operação contínua após eventos extremos. A adaptação de baixo carbono da geração de energia também pode simultaneamente ajudar com os objetivos de mitigação das emissões de GEE. A mudança de

	planejamento de transportes, evitando combustíveis fósseis, também ajudará a evitar novas emissões de carbono. A geração de energia através de usina hidrelétrica tem baixas emissões de CO ₂ , mas altas emissões de CH ₄ , fruto da decomposição da massa orgânica inundada. Sistemas de geração de energia solar e eólica, centralizados ou distribuídos, são uma importante alternativa para reduzir a emissão de GEE durante a geração de energia
Transportes	Há muitas opções de adaptação para a infraestrutura de transporte: a remodelação dos traçados, o aprimoramento da drenagem e ampliação das rodovias e estradas são algumas. O fortalecimento da infraestrutura de transporte de baixas emissões de carbono, como ferrovias, carros elétricos e modais ativos de transporte são cruciais para atingir simultaneamente adaptação e mitigação das mudanças climáticas. O uso de veículos elétricos, movidos a hidrogênio, e ampliação do uso do transporte público podem reduzir as ilhas de calor urbanas (Dodman, 2022, p. 956). O compartilhamento de carros pode reduzir as emissões de carbono em mais de 50% (Dodman, 2022, p. 956)
Água e saneamento	A adaptação à esperada escassez de água inclui medidas para aumentar o suprimento de água (reservatórios, transposições de rios, redução da poluição das fontes de água) e reduzir as demandas (redução do consumo, uso de aparelhos industriais, domésticos e comerciais eficientes em consumo de água, reuso de águas cinzas, mudanças de comportamento). A proteção da infraestrutura de distribuição diante de enchentes e outros desastres também deve ser considerada no planejamento de adaptação
Gerenciamento de enchentes	Infraestrutura de engenharia pesada pode complementar as abordagens suaves das soluções baseadas na natureza. É preciso reduzir as abordagens inapropriadas de drenagem pluvial, como retificações de rios e canalizações, porque essas estratégias transferem o risco para as localidades a jusante, aumentando a velocidade de deslocamento da água. Obras de prevenção e atenuação incluem: reservatórios, biorretenção, pavimentos permeáveis, técnicas de infiltração, drenagem aberta, estruturas flutuantes, estruturas elevadas, barreiras e diques. Sistemas de sensores podem emitir avisos antecipados de riscos de enchentes, bloquear estradas e prevenir moradores de áreas vulneráveis

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para que esses elementos possam compor um conjunto de conhecimento e ações a serem aplicadas na RMG, três ações são sugeridas:

- Criação da Câmara Técnica de Mudanças Climáticas, que funcionará também como um comitê de monitoramento e controle dos eventos extremos ligados a mudanças climáticas.
- Elaboração do Plano Metropolitano de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas.
- Elaboração do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa da RMG.

REFERÊNCIAS

DODMAN, D.; HAYWARD, B.; PELLING, M.; CASTAN BROTO, V.; CHOW, W.; CHU, E.; DAWSON, R.; KIRFAN, L.; MCPHEARSON, T.; PRAKASH, A.; ZHENG, Y.; ZIERVOGEL, G. Cities, settlements and key infrastructure. *In: Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

GOIÁS. **Decreto nº 8.652, de 19 de maio de 2016.** Institui o Fórum Goiano de Mudanças Climáticas e dá outras providências. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/69068/pdf> Acesso em: 27 fev. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do censo demográfico.** Rio de Janeiro: Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2023: Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, p. 35-115. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Summary for Policymakers.** In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, p. 1-34. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

MAPBIOMAS – Plataforma Brasil. **Dados de desmatamento.** Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/> acesso em: 27 fev. 2024.

MARENGO, José A.; SOARES, Wagner R. **Impacto das modificações da mudança climática Síntese do Terceiro Relatório do IPCC.** Condições climáticas e recursos hídricos no Norte do Brasil. Chapter 6 in Clima e Recursos Hídricos 9. Associação Brasileira de Recursos Hídricos/FBMC-ANA. Porto Alegre, Brasil, p 209-233. Disponível em: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/publicacoes/2003/Mudanca_clima_Brasil-IPCC_2001.pdf Acesso em: 20 fev. 2024.

MCTI – Ministério da Ciência e Tecnologia. **Painel Intergovernamental Sobre Mudança Do Clima.** Mudança Do Clima 2023 Relatório Síntese. Tradução MCTI. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-pcc/arquivos/pdf/copy_of_IPCC_Longer_Report_2023_Portugues.pdf Acesso em: 20 fev. 2024.

OMM - Organização Meteorológica Mundial; PNUMA - Programa Das Nações Unidas Para O Meio Ambiente. **Cambio Climatico:** Las evaluaciones del IPCC de 1990 y 1992. Primer Informe de Evaluación del IPCC Resumen General y los Resúmenes para Responsables de Políticas y Suplemento de 1992 del IPCC. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc_90_92_assessments_far_full_report_sp.pdf Acesso em: 20 fev. 2024.

ONU-HABITAT. **World Cities Report 2022:** Envisaging the Future of Cities. ONU-Habitat, 2022. Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf Acesso em: 20 fev. 2024.

8 RESUMO EXECUTIVO E RECOMENDAÇÕES

A Região Metropolitana de Goiânia é composta por 21 municípios, segundo a Lei Complementar nº 139, de 22 de janeiro de 2018. Em 2022, os 21 municípios somaram 2.600.560 habitantes (IBGE, 2022) apresentando um crescimento de 19,3% se comparado com os dados do Censo de 2010.

Ela está localizada em uma porção do Planalto Central brasileiro, uma área geológica que se formou durante o período Pré-Cambriano há mais de 540 milhões de anos, por meio de processos erosivos, sedimentação e metamorfismos de rochas ígneas e sedimentares. Durante o período Mesozoico, entre 252 e 66 milhões de anos atrás, a região foi afetada por movimentos tectônicos que levaram à formação de bacias sedimentares, como a bacia do Paraná, que é rica em recursos minerais e contribui para a economia da região.

O uso do solo é diversificado, embora as classes predominantes sejam: pastagem (~36%), vegetação nativa (~32%) e agricultura (~22%). Denota-se aqui o crescimento da mancha urbana ao longo das últimas cinco décadas, reflexo de um intenso processo de urbanização, representando em 2023 cerca de 8,7% dessa região. Em muitos casos, esse crescimento urbano tem ocasionado a perda da biodiversidade local e pressão sobre os mananciais de captação de água. Reflexo disso é o baixo número de unidades de conservação de caráter metropolitano, ou mesmo, nos municípios. Goiânia, Aparecida de Goiânia, Senador Canedo e Trindade concentram quase 90% da população da RMG. Essa concentração também resulta em adensamentos urbanos desiguais, pressionando o uso da terra e a demanda por serviços infraestruturais e recursos naturais.

Embora mais de 90% da população seja atendida com rede de abastecimento de água, a universalização do acesso ainda é uma meta a ser atendida até 2033. Já a coleta, afastamento e tratamento de esgoto seguem sendo um desafio. De igual forma, o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos ainda requer ações para redução do volume descartado, bem como adoção de sistemas de coleta seletiva e reaproveitamento de resíduos.

A preocupação com a segurança hídrica e a necessidade de adoção de medidas de adaptação para eventos extremos já são uma realidade na RMG.

Contudo, os sistemas de monitoramento ambiental, hídrico e climático ainda são incipientes. A população pouco participa ou pouco conhece das políticas públicas em execução e os dados e informações sobre os temas de interesse da sociedade encontram-se dispersos, fragmentados ou são inexistentes.

Também cabe lembrar que a ocorrência da pandemia da Covid-19 trouxe o contexto das novas doenças e doenças emergentes. Estas estão diretamente associadas ao nosso comportamento com o meio. Em Goiânia foram mais de 490 mil casos registrados; em Aparecida de Goiânia, mais de 190 mil; Trindade, quase 40 mil; e Senador Canedo, mais de 45 mil; ou seja, considerando os quatro municípios mais populosos na região, foram quase 765 mil casos registrados até 23 de março de 2024⁴³. Logo, esse contexto não pode ser ignorado no sistema de governança da RMG.

Portanto, o primeiro caminho para o compartilhamento de ações das funções públicas de interesse comum é a organização de um sistema de governança sólido com participação da sociedade e disponibilização de conhecimento. A RMG tem como potencial a existência de um território amplo, com remanescentes de vegetação a serem preservados, com potencial área para fortalecimento da produção de alimentos locais, redução da emissão de carbono utilizando-se de processos produtivos agroecológicos e/ou fortalecendo a agricultura urbana e periurbana.

Considerando ações de curto, médio e longo prazo, a RMG tem grandes potencialidades para um trabalho colaborativo. Para isso, deve-se:

- Proteger os remanescentes de Cerrado.
- Atuar na criação de Unidades de Conservação em escala metropolitana, com destaque para a Área de Proteção Ambiental do João Leite e Proteção do Meia Ponte.
- Evitar a degradação das áreas já mapeadas de vulnerabilidade ambiental indicando-se usos restritos e compatíveis com suas condições físicas.

⁴³ Disponível em:
<https://indicadores.saude.gov.br/pentaho/api/repos/:coronavirus:paineis:painel.wcdf/generatedContent> Acesso em: 23 mar. 2024.

- Proteger seus cursos d'água, restaurando os fragmentos de vegetação nas APPs, eliminando as fontes de poluição; tratando os esgotos domésticos e procedendo ao manejo adequado dos resíduos sólidos;
- Monitorar o crescimento da mancha urbana e restringir sua expansão sobre os mananciais de captação de água destinados ao abastecimento público.
- Apoiar os municípios na atualização das legislações de caráter urbano-ambientais, com destaque para o Plano Diretor e elaborar o Plano de Adaptação para as Mudanças Climáticas da RMG.
- Criar espaços de difusão de informações, participação social e trocas e experiências exitosas na RMG.

Além dos itens apontados no final de cada capítulo, o Quadro 8.1 resgata elementos já apresentados na versão preliminar do diagnóstico.

Quadro 8.1 – Objetivos Estratégicos e Ações

Sub-eixo	OBJETIVOS	PROGRAMAS. PROJETOS. AÇÕES
Base Legal	Desenvolver uma plataforma institucional que permita a gestão da informação e a interface entre as legislações existentes.	1. Criar um sistema de informação metropolitana (SIM)
		2. Integrar informações de interesses metropolitano em uma base de dados comuns, disponibilizando seu acesso aos cidadãos
		3. Promover as ações de controle social por meio da transparência, divulgação dos dados, estudos e notícias acerca do das funções públicas de interesse comum na RMG
Uso da terra e áreas rurais	Monitorar o uso da terra e promover ações de desenvolvimento rural sustentável visando à produção agroalimentar, formação de circuitos curtos de comercialização e estímulo à agroecologia	1. Monitorar o uso da terra
		2. Monitorar o crescimento das manchas urbanas.
		3. Monitorar as áreas de vulnerabilidade ambiental.
		4. Fomentar a produção agroecológica com vistas à produção de alimentos de consumo local.
		5. Fomento à agricultura urbana e periurbana.
		6. Desenvolver ações para recuperação de áreas degradadas destinadas à agropecuária
Unidades de Conservação e Áreas Verdes	Proteção da biodiversidade, recuperação florestal e criação de áreas de conectividade de biodiversidade	1. Fomentar ações de manutenção das áreas de remanescentes florestais e de interesse ambiental.
		2. Implantar corredores ecológicos ligando as áreas já estabelecidas.
		3. Fomentar a elaboração dos planos de manejo das UCs
		4. Incentivar a criação de Conselhos Gestores das UCs
		5. Fomentar a criação de UCs de proteção integral
		6. Ampliar a rede de UCs e restaurar áreas de preservação permanente criando uma área de conectividade dos municípios da RMG
		7. Apoiar os municípios da RMG a criarem parques urbanos lineares
Recursos Hídricos	Proteger os mananciais de captação de água atuais e futuros	1. Instalar Programa de Pagamento por Serviços Ambientais na Bacia do Rio Meia Ponte e principais cursos d'água na RMG.
		2. Implantar Sistema de Medição de Vazão nos principais cursos da RMG.
		3. Controlar e Monitorar as outorgas de captação de água para agricultura.
		4. Implantar Sistema de Alerta de disponibilidade hídrica.
	Proteger os cursos d'água	1. Estimular ações de recuperação ambiental das bacias hidrográficas;

			2. Implementar de mecanismos para controle da poluição ambiental dos corpos hídricos, recuperação ambiental das bacias hidrográficas e dos remanescentes florestais;
			3. Estabelecer critérios mais rígidos e ampliar fiscalização do uso das vazões outorgadas;
			4. Elaborar um estudo para os principais cursos d'água para determinar o limite máximo de outorgas
		Recuperar as áreas degradadas nas bacias de captação de água	1. Criar um Programa de restauração florestal das matas ciliares.
			2. Realizar de ações de controle de erosões na bacia.
			3. Ampliar de ações de Pagamento por Serviços Ambientais.
		Melhorar o sistema de governança hídrica e efetivar o controle do uso dos solos urbano e rural, com especial destaque aos mananciais de captação e aos vetores de crescimento urbano que abrangem interesses metropolitanos	1. Atuar na melhoria do diálogo interfederativo, potencializando o Codemetro e otimizando sua capacidade de gestão
			2. Monitorar o crescimento urbano nas bacias de captação de água.
			3. Estabelecer marcos legislativos de controle de uso do solo sobre áreas de interesse metropolitano com foco prioritário na manutenção dos mananciais de abastecimento de água.
			4. Elaborar um Plano de Contingência para situações de escassez hídrica;
	5. Aprimorar o sistema de governança em recursos hídricos envolvendo ações comuns com o Condemetro		
	6. Promover as ações de controle social por meio da transparência, divulgação dos dados, estudos e notícias acerca do sistema de recursos hídricos		
	7. Atuar na formação de pessoas para gestão ambiental		
Saneamento Básico	Drenagem	Implantar ações de fomento à adoção de mecanismos de drenagem sustentável, ampliando as áreas de infiltração	1. Estimular que os Planos Diretores Municipais Incorporem ações destinadas à sustentabilidade nos recursos hídricos.
			2. Indicar limites mínimos para adoção de taxa de permeabilidade nos municípios da RMG.
			3. Estimular ao uso de estruturas de infiltração.
			4. Sugerir alteração de critérios de drenagem urbana por afastamento, adotando mecanismos, tais como: bacias de retenção aberta, bacias de retenção subterrâneas, caixas de retenção, bacias de retenção e elementos de amortecimento ;
			5. Implantação de sistema de monitoramento e alerta de riscos associados a eventos extremos.
			6. Promover um cadastro das áreas permeáveis urbanas com registro na matrícula do imóvel e IPTU.
			7. Estudar a instituição do IPTU verde como fator de indução ao aumento de áreas de infiltração.
			8. Fomentar a adoção de sistemas de drenagem natural com retenção, detenção e amortecimento do tipo soluções baseadas na natureza
		Monitorar as condições do lençol freático	1. Revisar do estudo Hidrológico da água subterrânea na RMG.
			2. Adotar um Programa de Monitoramento dos poços existentes na região.

	Abastecimento de Água	Promover o acesso universal à água potável destinada ao consumo humano de forma sustentável, garantindo a qualidade, regularidade e equidade na oferta	3. Elaborar a carta de risco metropolitana
			1. Executar redes infraestruturais para armazenamento e distribuição de água visando à universalização dos serviços.
			2. Realizar estudo para integração dos subsistemas existentes evitando a falta de água localizada.
			3. Ampliação das ações de controle social por meio da transparência, divulgação dos dados, estudos e notícias acerca do sistema de abastecimento de água.
			4. Implementação de campanhas para o aumento da reserva domiciliar e redução de perdas;
	Esgotamento Sanitário	Executar obras de infraestrutura com vistas à ampliação dos sistemas de coleta, afastamento e tratamento de esgotamento sanitário com equidade entre os municípios da RMG	5. Realização de campanhas para o uso consciente da água
			1. Executar novas redes infraestruturais para coleta, afastamento e tratamento do esgoto doméstico visando à universalização dos serviços.
	Resíduos Sólidos	Executar ações de sustentabilidade socioambiental com vistas à redução na geração, reutilização e disposição final adequada de resíduos sólidos	2. Fomentar ações compartilhadas para atendimento da população rural com sistemas adequados de coleta de esgotamento sanitário.
			1. Fomentar ações para implantação e adequação de aterros sanitários.
			2. Estimular a implantação, adequação e ampliação da coleta seletiva nos municípios.
			3. Fortalecer consórcios intermunicipais para destino final adequado dos resíduos sólidos urbanos na RMG;
			4. Adotar de mecanismos de controle e fiscalização da disposição inadequada de resíduos, inclusive em áreas de mananciais;
5. Implementar ações de logística reversa, conforme previsto em legislação federal;			
Alterações Climáticas	Promover a Comunicação, desenvolver estudos e estratégias para adaptação às mudanças climáticas	6. Criar de mecanismos econômicos para compensação ambiental.	
		1. Fortalecer o Fórum Goiano de Mudanças Climáticas	
		2. Produzir estudos e organizar dados e informações sobre estratégias de resiliência e adaptação às alterações climáticas disponibilizando para a sociedade	
		3. Elaborar um Plano de Contingência para Eventos Extremos	
		4. Elaborar um Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas	
		5. Fomentar adoção de Soluções Baseadas na Natureza	
Doenças emerg. e reemergentes em função da	Melhorar as condições amb. com fins à saúde ambiental da população	6. Promover o amplo debate e fomentar formas de comunicação e difusão de conhecimento sobre o tema junto à sociedade	
		1. Melhorar a qualidade ambiental dos territórios e cidades	



alteração do contexto ambiental	Atuar na melhoria do sistema único de saúde	2. Atuar com educação e letramento em saúde ambiental; promover conscientização sobre a importância do SUS.
---------------------------------	---	---

Fonte: DCA-2017. Adaptado pelos(as) autores(as).