INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS BELÉM
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIA SOCIAL EM SANEAMENTO, SAÚDE E AMBIENTE NA AMAZÔNIA

FERNANDO FELIPE SOARES ALMEIDA

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTA COLABORATIVA NO MAPEAMENTO DE ÁREAS PROPÍCIAS PARA O PROVIMENTO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS EM SANEAMENTO

BELÉM
2021

FERNANDO FELIPE SOARES ALMEIDA

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTA COLABORATIVA NO MAPEAMENTO DE ÁREAS PROPÍCIAS PARA O PROVIMENTO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS EM SANEAMENTO

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) – Campus Belém, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Tecnologia Social em Saneamento, Saúde e Ambiente na Amazônia.
Orientador: Prof.º D. Sc. Valdinei Mendes da Silva
Coorientadora: Profª. M. Sc Jaqueline Maria Soares da Silva.

BELÉM
2021

Dados para catalogação na fonte Setor de Processamento Técnico Biblioteca IFPA - Campus Belém

A447u Almeida, Fernando Felipe Soares.

Utilização de ferramenta colaborativa no mapeamento de áreas propíciaspara o provimento de tecnologia sociais em saneamento [manuscrito] /Fernando Felipe Soares Almeida. — Belém, 2021.

69 f.

Impresso por computador.

Orientador: Valdinei Mendes da Silva.

Monografia (Especialização em Tecnologia Social em Saneamento, Saúde e Ambiente na Amazônia) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, 2021.

1. Geoprocessamento. 2. Participação social. 3. Saneamentobásico. 4. Urbanização. I. Título.

CDD:621.3678

Ficha catalográfica elaborada por Simone Nazaré da Silva Coutinho – Bibliotecária CRB-2/PA – nº 875

FERNANDO FELIPE SOARES ALMEIDA

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTA COLABORATIVA NO MAPEAMENTO DE ÁREAS PROPÍCIAS PARA O PROVIMENTO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS EM SANEAMENTO

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) – Campus Belém, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Tecnologia Social em Saneamento, Saúde e Ambiente na Amazônia.

Data da defesa: 24/08/2021
Conceito: 9,4

Valdinei Mendes da Silva:27816109253
2021.09.28 16:51:50 -03'00'

Orientador: Prof.º D. Sc. Valdinei Mendes da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém

Jaqueline Maria Soares da Silva:64757781253
Assinado de forma digital por Jaqueline Maria Soares da Silva:64757781253
Dados: 2021.09.29 08:29:51 -03'00'

Coorientadora: Profª. M. Sc Jaqueline Maria Soares da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém

TATIANA PARA MONTEIRO DE FREITAS:85492981234
Assinado de forma digital por TATIANA PARA MONTEIRO DE FREITAS:85492981234
Dados: 2021.09.28 20:16:16 -03'00'

Profª. M. Sc Tatiana Pará Monteiro de Freitas
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Castanhal

Prof. Dr. José Almir Rodrigues Pereira
Universidade Federal do Pará - UFPA

RESUMO

O crescimento populacional sem o devido planejamento causa grandes transtornos ao desenvolvimento urbano, destacando-se pela falta de saneamento básico. Hoje, a urbanização e seus fenômenos podem ser estudados de forma mais eficiente através dos sistemas de informações geográficas. Ademais, o avanço da informática também promoveu a popularização do uso da cartografia e do geoprocessamento, sendo utilizados intuitivamente nos *smartphones*. Com esse poder, a cartografia passou a ser utilizada como instrumento de autoafirmação no contexto espacial, traduzida pela reivindicação direitos por pessoas comuns. Isto, somado ao crescimento de experiências em tecnologias sociais e a necessidade de uma maior participação popular nas decisões governamentais, justificaram a elaboração desta pesquisa. Nesse sentido, este trabalho propôs a utilização de ferramenta colaborativa para o desenvolvimento de tecnologias sociais em saneamento, por meio do mapeamento das áreas mais propícias ou necessitadas, promovendo a reflexão do uso dos dados geoespaciais disponibilizados neste trabalho por comunidades e organizações sociais. A caracterização da pesquisa foi definida como de abordagem quali-quantitativa, de natureza aplicada, explicativa e de levantamento. A metodologia, contou inicialmente com a coleta de informações e dados geoespaciais disponibilizados por órgãos oficiais e outros estudos para o mapeamento da concentração de aglomerados subnormais nos bairros de Belém. Em seguida, analisou-se a situação do saneamento básico no município e, com as informações extraídas ponderou-se os bairros de Belém com mais déficits para que, juntamente com as ilhas habitadas, fosse elaborado o mapa das áreas mais propícias para o desenvolvimento de tecnologias sociais em saneamento. Como resultado dos mapeamentos, foram selecionados 26 bairros e mais 17 ilhas, dentro dos limites municipais. Por fim, ainda foi discutido por quem e como as informações geradas poderiam ser utilizadas no município e disponibilizados via *link* e *QR Code* o acesso à ferramenta colaborativa *Google My Maps*, com todos os dados geoespaciais usados na pesquisa.

Palavras-chave: Áreas periféricas; Geoprocessamento; Participação social; Saneamento básico; Urbanização.

ABSTRACT

Unplanned population growth causes major disruptions to urban development, especially for inefficient basic sanitation. Today, urbanization and its phenomena can be studied more efficiently through geographic information systems. Furthermore, the advancement of information technology has also promoted the popularization of the use of cartography and geoprocessing, which are intuitively used in smartphones. With this power, cartography came to be used as an instrument of self-assertion in the spatial context, translated by the claim of rights by common people. This, added to the growth of experiences in social technologies and the need for greater popular participation in government decisions, justified the elaboration of this research. In this sense, this work proposed the use of a collaborative tool for the development of social technologies in sanitation, through the mapping of the most needy or proper areas, promoting a reflection on the use of geospatial data made available in this work by communities and social organizations. The characterization of the research was defined as a qualitative-quantitative approach. The methodology began with the collection of geospatial information and data provided by official agencies and other studies to map the concentration of subnormal agglomerates in the neighborhoods of Belém. Subsequently, the situation of basic sanitation in the city was analyzed and, with the information extracted, the neighborhoods of Belém with the most deficits were weighted so that, together with the inhabited islands, was elaborate the map of the proper areas for the development of social sanitation technologies. As a result of the mappings, 26 neighborhoods and 17 islands were selected, within the municipal limits. Finally, it was also discussed by whom and how the information generated could be used in the municipality and made available through a link and QR Code, access to the collaborative tool Google My Maps, with all the geospatial data used in the research.

Keywords: Peripheral areas; Geoprocessing; Social participation; Sanitation; Urbanization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema coletivo de captação da água da chuva “Projeto Sanear”.....20
Figura 2: Fossa séptica biodigestora adaptada para áreas inundáveis. 21
Figura 3: Manchas de alagamento da cidade de Belém analisadas em ambiente SIG. 23
Figura 4: Análise em ambiente SIG de áreas com aptidão para instalação de aterros sanitários. 24
Figura 5: Estrutura das Plataformas VGI. 27
Figura 6: Painel de localização da área de estudo. 34
Figura 7: Detalhamento dos limites municipais, distritos e ilhas de Belém.....35
Figura 8: Identificação dos bairros de Belém por Distrito Administrativo. 36
Figura 9: Limites das bacias hidrográficas aprovadas pelo comitê do PMSB de Belém. 37
Figura 10: Identificação das bacias aprovadas pelo comitê do PMSB.....38
Figura 11: Faixas de concentração das aglomerações subnormais de Belém por bairro. 41
Figura 12: Painel de informações sobre a concentração dos aglomerados subnormais entre os bairros e distritos da cidade de Belém. 42
Figura 13: Áreas do município de Belém com cota altimétrica inferior a 3,90 metros.....47
Figura 14: Painel de Informações com os principais pontos críticos de alagamento da cidade de Belém. 48
Figura 15: Destinação final dos resíduos sólidos do município de Belém, desde 1990.....50
Figura 16: Modelos de coleta seletiva praticados em Belém. 51
Figura 17: Bairros de Belém com mais déficits em saneamento básico. 53
Figura 18: Identificação das áreas mais propícias para o desenvolvimento de tecnologias sociais em saneamento básico. 54
Figura 19: *QR Code* para acesso a base digital dos dados geoespaciais utilizados no trabalho. 58
Figura 20: Visualização das informações geradas na pesquisa pela ferramenta colaborativa. 59
Figura 21: Exemplo de interação do usuário com as informações disponibilizadas. 59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Variação da precipitação e temperatura anual do município de Belém. 40
Gráfico 2: Estimativa de domicílios em aglomerados subnormais em relação ao total de domicílios ocupados, por capital brasileira. 43
Gráfico 3: Índice de abastecimento de água no município de Belém entre 2010 e 2019. 45
Gráfico 4: Índices de esgotamento no município de Belém entre 2010 e 2019. 46
Gráfico 5: Quantidade total de materiais recicláveis recuperados, no município de Belém, no período de 2012 a 2019. 51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Associações de moradores de Belém. 55
Quadro 2: Associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis atuantes em Belém. 57
Quadro 3: Principais instituições de ensino superior atuantes no município. 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Faixas de concentração dos aglomerados subnormais nos bairros. 30
Tabela 2: Classificação das pontuações utilizadas para ponderação dos dados relacionados aos déficits em saneamento. 31
Tabela 3: Ponderação dos fatores utilizados para análise dos déficits em saneamento nos bairros de Belém. 32

LISTA DE SIGLAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) 28
Áreas mais Propícias para o Desenvolvimento de Tecnologias Sociais em Saneamento (APDTSS) 30
Cadastro geral de empregos e desempregados/Ministério do Trabalho e Emprego (CAGED/MTE) 39
Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém (CODEM) 28
Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) 44
Estações de Tratamento de Água (ETA) 44
Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) 44
Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) 44
European Space Agency (ESA) 29
Fundação Banco do Brasil (FBB) 19
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 38
Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) 17, 28
Instituto de Tecnologias Sociais (ITS) 18
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) 19
Instituto Trata Brasil (ITB) 43
Organizações Não Governamentais (ONG's) 56
Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) 28
Produto Interno Bruto (PIB) 39
Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) 38
Rede de Tecnologias Sociais (RTS) 18
Região Metropolitana de Belém (RMB) 39
Secretaria de Saneamento (SESAN) 46
Sistema de Abastecimento de Água (SAA) 44
Sistema de Informações Geográficas (SIG) 13
Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) 16
Volunteered Geographic Information (VGI) 26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO 13
1.2 JUSTIFICATIVA 14
1.3 PROBLEMA 14
1.4 HIPÓTESE 15
1.5 OBJETIVOS 15
1.5.1 Objetivo Geral 15
1.5.2 Objetivos Específicos 15
1.6 ESTRUTURA 15

2 REVISÃO DA LITERATURA 16

2.1 SANEAMENTO E AGLOMERADOS SUBNORMAIS 16
2.2 TECNOLOGIA SOCIAL PARA PROMOÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO 18
2.3 O USO DO SIG NA ANÁLISE DE INDICADORES SANITÁRIOS E PROBLEMAS DE INFRAESTRUTURA URBANA 21
2.4 PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA E FERRAMENTAS COLABORATIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS 25

3 METODOLOGIA 28

3.1 TIPO DE ESTUDO 28
3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO 28
3.3 ÁREA DE ESTUDO 33
3.3.1 Caracteristicas físicas 34
3.3.2 Socioeconomia 38
3.3.3 Clima 39

4 RESULTADOS 41

4.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS 41
4.1.1 Resultado correspondente ao primeiro objetivo específico **Erro! Indicador não definido.**
4.1.2 Resultado correspondente ao segundo objetivo específico **Erro! Indicador não definido.**
4.1.3 Resultado correspondente ao terceiro objetivo específico **Erro! Indicador não definido.**
4.1.4 Resultado correspondente ao quarto objetivo específico . **Erro! Indicador não definido.**
4.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 60

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 62

REFERÊNCIAS 63

APÊNDICE A – OFÍCIO À ARBEL COM SOLICITAÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA A PESQUISA. 68

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

A partir de 1970, o processo de urbanização das cidades no Brasil se deu de modo acelerado e desordenado, provocado com a formação do chamado "êxodo rural", o qual permitiu com que em torno de 12,5 milhões de pessoas migrassem da zona rural para as cidades, número que era equivalente a 30% de toda a população rural do Brasil nesse período (ALVES, SOUZA e MARRA, 2011). Já na Amazônia, de acordo com Matine e Turchi (2016), o processo de aceleração do crescimento demográfico se constituiu inicialmente por meio de ciclos extrativos, e citam os ciclos da borracha como os principais fomentadores da *Belle Époque* nos estados do Amazonas e Pará. No entanto, ressalta-se que na década de 70 houve ainda um expressivo aumento populacional em terras amazônicas, mas desta vez, devido às ações de incentivo do governo militar para ocupação massiva de terras.

Todo esse aumento populacional, em curto período de tempo e sem o devido planejamento, ocasionou o surgimento das chamadas áreas periféricas, subnormais ou suburbanas, que decorrem da urbanização desordenada e que perdura até hoje, principalmente em países em desenvolvimento, como o Brasil. Adicionalmente a isto, Pachêco *et al.* (2014, p. 144) afirmam que "nestes locais o Estado oferece pouco ou nenhuma infraestrutura, contribuindo para o surgimento de assentamentos informais, ilegais e precários". Vale destacar que dentre os principais problemas de infraestrutura encontrados nas periferias brasileiras está a falta de saneamento básico de qualidade. É nesse sentido que Ayach *et al.* (2012, p. 49) informam que esses ambientes "[...] oferecem condições deficientes de higiene, abastecimento de água, esgotamento sanitário e de deposição de resíduos sólidos".

A identificação de áreas subnormais e sua análise distributiva podem ser obtidas a partir do uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG). De acordo com Alves *et al.* (2008), o monitoramento dessas áreas torna-se difícil e oneroso se realizado com técnicas convencionais "in loco" para a obtenção dos dados. Ainda segundo o mesmo autor, o uso de imagens de satélite, por exemplo, pode auxiliar na obtenção de informações importantes das áreas urbanas no contexto da relação dos usos da terra com as características socioambientais da área e de sua população. Portanto, a detecção de áreas periféricas através de informações geográficas pode auxiliar o governo e demais tomadores de decisão nos locais mais propícios para o direcionamento de recursos, visando a solução de problemas locais crônicos.

Ultimamente, as tecnologias sociais têm ganhado grande destaque na solução de problemas comunitários, a partir do conhecimento popular, desenvolvidas em conjunto com a

população e baseadas na criatividade e na disponibilidade de recursos (SEBRAE, 2017). Desse modo, para que projetos de tecnologias sociais sejam devidamente desenvolvidos em áreas com déficits em saneamento básico, é importante e necessário que as comunidades tenham acesso a informações qualitativas sobre o ambiente em que vivem, para assim formularem abordagens críticas que sustentem o seu empoderamento em busca de direitos.

O avanço e a popularização do acesso à internet nas últimas décadas permitiram com que informações especializadas, em formato interativo e didático, pudessem ser compreendidas e utilizadas sem a necessidade de capacitação formal em cartografia, democratizando o acesso a esses dados, que antes eram vistos como de teor estritamente técnico. Essa evolução também permitiu a criação da *Web 2.0* e, posteriormente, das ferramentas colaborativas digitais que em consonância com a necessidade do acesso à informação para a abordagem crítica de problemas locais, permitiu ao usuário não só o contato com a informação, mas a possibilidade de aprimorá-la, atualizá-la e compartilhá-la (BRAVO e SLUTER, 2018).

1.2 JUSTIFICATIVA

Contudo, o presente trabalho terá o intuito de promover o uso de ferramentas colaborativas digitais no mapeamento de áreas propícias para o desenvolvimento de tecnologias sociais, através da identificação de déficits em saneamento básico em áreas de aglomerados subnormais. A confecção do mapa visa a produção e compartilhamento de informações que possam ser apropriadas por comunidades e organizações sociais interessadas para a reivindicação de direitos, bem como para o desenvolvimento estratégico de projetos de tecnologia social em saneamento. Ademais, o município de Belém do Pará, área de estudo deste trabalho, foi escolhida pelo fato de ser a capital brasileira com o maior índice de domicílios situados em áreas de aglomerados subnormais, necessitando de medidas urgentes para a melhoria de vida da população residente nessas áreas.

1.3 PROBLEMA

O uso de ferramenta colaborativa digital de mapeamento pode ser apropriado por comunidades e organizações sociais para o desenvolvimento de projetos de tecnologia social?

1.4 HIPÓTESE

Hipótese 1: As ferramentas colaborativas digitais podem ser utilizadas para identificação de déficits em saneamento, visando o compartilhamento e acesso à informação pelas comunidades e organizações civis.

Hipótese 2: A utilização de ferramenta colaborativa digital, a partir do agrupamento das informações geoespaciais, é relevante para o desenvolvimento estratégico de tecnologias sociais em saneamento.

Hipótese 3: A seleção das áreas mais propícias em receber tecnologias sociais de saneamento permite o planejamento estratégico para a participação das organizações populares no desenvolvimento de tecnologias sociais e na reinvidicação de direitos.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

Apresentar proposta de utilização de ferramenta colaborativa para mapeamento das áreas propícias para o desenvolvimento de tecnologias sociais em saneamento.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Identificar e espacializar as áreas com precariedades em infraestrutura de saneamento do município de Belém;
- Apresentar diagnóstico das áreas com precariedades identificadas;
- Elaborar mapa(s) das áreas mais propícias em receber tecnologias sociais em saneamento com aplicação em Drenagem Urbana;
- Disponibilizar via ferramenta colaborativa digital o produto gerado, bem como o catálogo digital de bases cartográficas e identificar as possíveis comunidades e associações interessadas, visando a participação social no desenvolvimento de futuros projetos de tecnologias sociais.

1.6 ESTRUTURA

O trabalho está dividido em cinco seções. Nesta primeira seção apresenta-se a parte introdutória da pesquisa, contendo a contextualização, o problema, a hipótese e os objetivos. A seção 2 corresponde à revisão de literatura, na qual são destacados os principais temas da pesquisa.

Logo mais tem-se a seção 3, apresentando-se a metodologia empregada, bem com a descrição da área de estudo. Já na seção 4 estão os resultados obtidos e a análise/discussão e, finalmente, na seção 5, as considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura abordou os principais temas necessários para o entendimento da metodologia aplicada nesta pesquisa, bem como os resultados obtidos e as análises e discussões desenvolvidas.

2.1 SANEAMENTO E AGLOMERADOS SUBNORMAIS

De acordo com a Lei nº 11.445/2007 que estabelece as diretrizes nacionais do saneamento básico no Brasil, atualizada posteriormente pela Lei nº 14.026/2020, saneamento básico é o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, bem como a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2020).

Entretanto, o princípio fundamental de universalização do acesso e efetiva prestação do serviço, proferido pelas legislações citadas acima, não conseguiu e ainda não consegue ser alcançado pelas políticas públicas implementadas, muitas vezes por deficiências no planejamento do processo de urbanização. Adicionalmente, Ayach *et al.* (2012) complementa que nos países em desenvolvimento, como o Brasil, o crescimento populacional urbano ocorreu de modo acelerado e sem o devido planejamento, ocasionando em dificuldades para o provimento de serviços de saúde, habitação, bem como de saneamento básico.

Essa cadeia de eventos provocou e ainda sustenta índices insatisfatórios de saneamento encontrados no Brasil, principalmente nas áreas de esgotamento sanitário e resíduos sólidos. De acordo com o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), em 2019, aproximadamente 39% da população urbana brasileira continuava sem o atendimento da rede pública de coleta de esgoto. Além disso, de todo o esgoto gerado, mais da metade (51%) não recebeu tratamento. Já no tocante aos resíduos sólidos, para o mesmo ano, apesar de quase 99% da população urbana ter sido atendida pelos serviços de coleta, apenas 39% dos municípios exerciam a coleta seletiva, deixando-se de aproveitar dos benefícios econômicos, sociais e ambientais de mais de 60% dos resíduos gerados.

Quanto ao abastecimento de água, o SNIS (2019) aponta que 93% da população urbana é abastecida pela rede pública, todavia, desse total, aproximadamente, 39% é perdido ou não contabilizado durante a distribuição. Por fim, quanto à drenagem das águas pluviais, os dados

do SNIS também contabilizam que próximo de 15% dos municípios brasileiros não possuem nenhum tipo de sistema de drenagem urbana.

Considerando a atual divisão do Brasil em regiões geográficas, estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), a região Norte possui algumas particularidades que a diferenciam bastante das outras regiões do país. É nesse sentido que Silva e Bacha (2014) abordam a situação contrastante dessa região, em que, apesar de possuir um dos piores indicadores sociais dentre as demais regiões brasileiras, mantém seu crescimento econômico e populacional acima da média nacional. Os autores atribuem essa situação à falta de acesso da população a educação de qualidade e ao saneamento básico adequado.

Desse modo, o cenário de crescimento insustentável e desigual da região Norte, comentado pelos autores acima, é refletido por meio dos dados disponibilizados pelo SNIS sobre essa região. De acordo com o referido sistema de informações, a região Norte, em 2019, contava, em números aproximados, com 70% da população urbana atendida pela rede de distribuição de água, e apenas 16% por rede de esgotamento sanitário. Além disso, de todo o pequeno percentual de esgoto coletado, 78% não recebia qualquer tipo de tratamento, sendo lançado "*in natura*".

Os percentuais melhoraram apenas quanto à abrangência do serviço de coleta dos resíduos sólidos, totalizando 97,5%. No entanto, ainda assim, quase 60% do resíduo sólido domiciliar coletado foi apontado como sendo destinado a lixões e aterros controlados (formas irregulares de disposição de resíduos), descumprindo-se o que dispõe a Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Assim, os indicadores sanitários insatisfatórios apresentados pelo SNIS, sobre a população urbana brasileira e da região Norte, remontam a situação cotidiana vivida pelas populações residentes de áreas subnormais das cidades, as quais precisam conviver com as condições inadequadas de higiene e as deficiências na oferta dos serviços básicos de saneamento, decorrente do surgimento de assentamentos informais, ilegais e precários, desprovidos da assistência pública (AYACH *et al.*, 2012; PACHÊCO *et al.*, 2014).

Aglomerados Subnormais são recortes territoriais apresentados pelo IBGE por ocasião do Censo Demográfico 2010. Tal recorte engloba os diversos tipos de assentamentos irregulares existentes no País, tais como: favelas, invasões, grotas, baixadas, comunidades, vilas, ressacas, mocambos, palafitas, entre outros. Nessas áreas prevalecem a carência de serviços públicos essenciais, como o saneamento básico (IBGE, 2020a). Nadalin, Krause e Lima Neto (2014, p.10) descrevem essas áreas de forma mais clara, definindo os aglomerados subnormais como

“[...] assentamentos humanos que proporcionam condições de vida inadmissíveis para o desenvolvimento social e econômico”.

Em vista disso, por si só, os aglomerados subnormais se fazem de áreas necessitadas de intervenções que venham a melhorar esses ambientes, sendo a implantação de métodos de saneamento básico nessas áreas essencial para se adequar essas localidades, bem como garantir a população residente nesses locais o direito ao meio ambiente equilibrado, regido pela Constituição.

2.2 TECNOLOGIA SOCIAL PARA PROMOÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO

Nas últimas décadas, a tecnologia social tem recebido cada vez mais atenção das organizações públicas e privadas brasileiras, como instrumento eficaz de inclusão social e melhoria da qualidade de vida de diversas comunidades. Dentre os acontecimentos que contribuíram para o crescimento da tecnologia social no país, pode-se citar a criação do Instituto de Tecnologias Sociais (ITS), bem como do surgimento da Rede de Tecnologias Sociais (RTS), partindo da iniciativa conjunta entre organismos públicos e privados (SANTOS, 2008; VALADÃO, ANDRADE e CORDEIRO NETO, 2014).

O termo “tecnologia social” surgiu no Brasil, na década de 80, e tem como sua definição mais aceita o seguinte conceito formulado pelo ITS: “conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida” (ITS, 2007).

As tecnologias sociais podem atuar nas mais diversas áreas do conhecimento, no entanto, de acordo com o ITS (2007), precisam integrar alguns valores em comum, como a inclusão cidadã, participação, relevância social, eficácia, acessibilidade, sustentabilidade, organização, dimensão pedagógica, promoção do bem estar e inovação. Adicionalmente, o SEBRAE (2017) afirma que as tecnologias sociais também podem assumir diferentes constituições ou formas de aplicação, podendo se fazer de um produto, serviço, processo, metodologia, inovação social organizacional ou mesmo de gestão. Não obstante a isso, para Lobo *et al.* (2013) as características de uma tecnologia social também se expressam das seguintes formas:

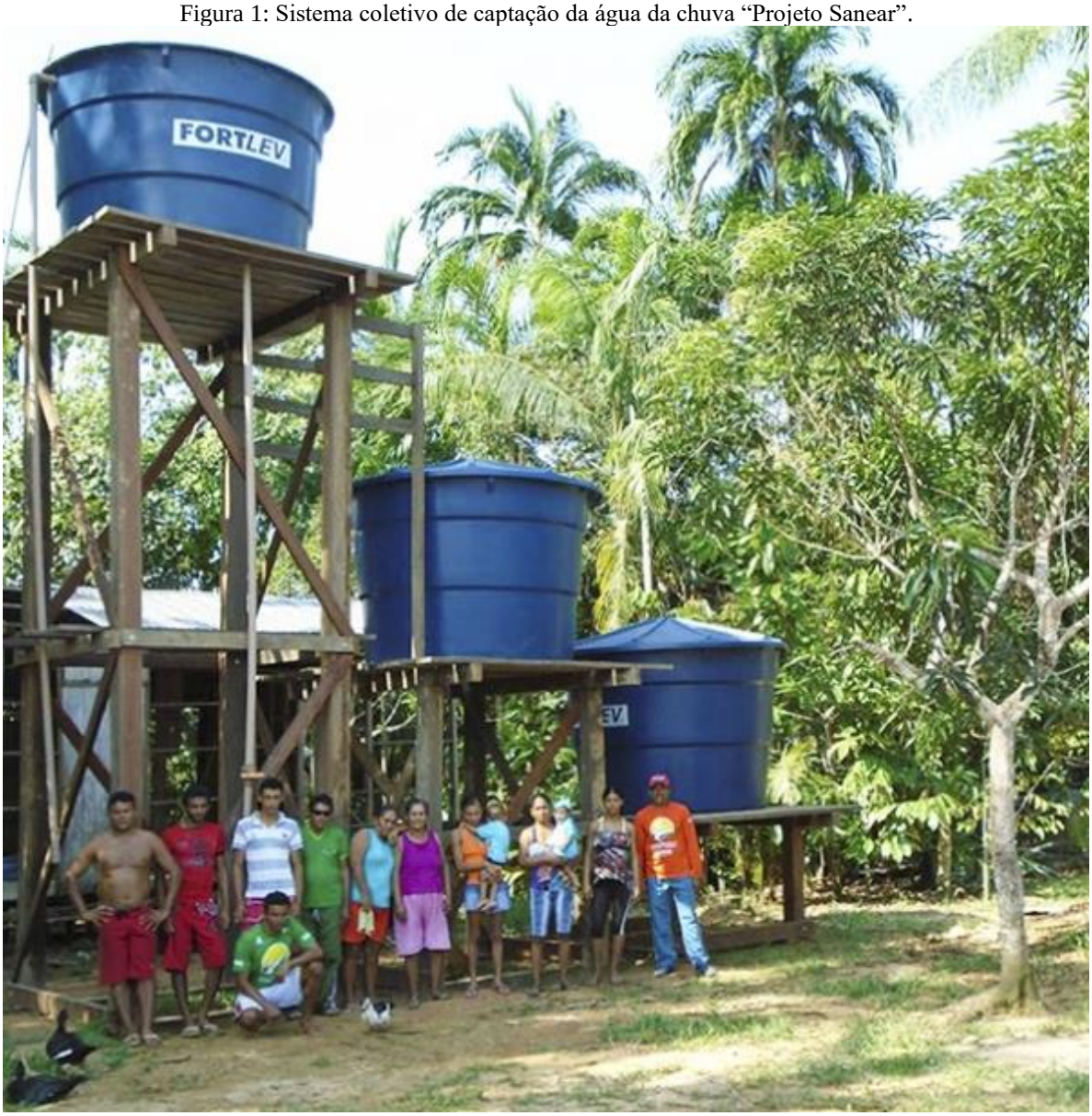
> “[..] adaptação a produtores e consumidores de baixa renda, negação das formas de controle presentes na produção capitalista; objetivo prioritário é a satisfação das necessidades humanas (ênfase no valor de uso e não no valor de troca); incentivo ao potencial e à criatividade de produtores e usuários; viabilidade econômica a formas alternativas de organização produtiva, como cooperativas populares, assentamentos de reforma agrária e agricultura familiar e pequenas empresas” (LOBO *et al*., 2013).

Contudo, como já mencionado, o saneamento básico é um problema comunitário crônico e muito comum no Brasil, onde além das áreas de periferia, o ambiente rural é outro local que concentra essas dificuldades. Nesse cenário, as tecnologias sociais, atreladas à educação ambiental, tornam-se uma forma de amenizar os problemas sociais causados pelo atual saneamento básico brasileiro, por meio da disseminação de informações e das boas práticas de saúde e higiene (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Com base nisso, o ITS (2007) elencou o saneamento básico e o meio ambiente, como dois dos temas urgentes para o desenvolvimento de tecnologias sociais. Sendo assim, atualmente, inúmeras experiências de tecnologias sociais em saneamento básico foram e continuam sendo desenvolvidas por todo país. A exemplo disso, algumas instituições construíram bancos de dados com diversas tecnologias sociais, visando promover sua reaplicação em outras comunidades, podendo-se citar os disponibilizados pela Fundação Banco do Brasil (FBB), Instituto Mamirauá, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), dentre outros, com soluções voltadas principalmente ao uso da água e ao esgotamento sanitário.

Como exemplo, podem-se citar projetos de instalação de sistemas de captação de água da chuva, desenvolvidos pelo projeto “Sanear Amazônia” (Figura 1) e a instalação de fossas sépticas biodigestora pela EMBRAPA (Figura 2).

Figura 1: Sistema coletivo de captação da água da chuva “Projeto Sanear”.



Fonte: Crepaldi (2017).

O projeto Sanear Amazônia, idealizado pela Associação dos Produtores Rurais de Carauari (ASPROC) e Universidade de Brasília (UNB), executado pelo Instituto Memorial Chico Mendes e posteriormente adotado como política pública pelo Governo Federal, iniciou com a implantação dos sistemas em 2009 com a expectativa de atender em 2018 mais de 3.000 famílias pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas e Pará (CREPALDI, 2017).

Figura 2: Fossa séptica biodigestora adaptada para áreas inundáveis.

Fonte: EMBRAPA (2019).

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) desenvolveu a tecnologia social nomeada “Fossa Séptica Biodigestora” no intuito de abranger áreas sem acesso aos serviços de esgotamento sanitário, com foco especial nas áreas rurais. Em 2016, a referida tecnologia já havia sido reaplicada em mais de 11 mil unidades espalhadas por 250 municípios brasileiros, em todas as regiões do país, beneficiando aproximadamente 57 mil pessoas (EMBRAPA, 2019).

2.3 O USO DO SIG NA ANÁLISE DE INDICADORES SANITÁRIOS E PROBLEMAS DE INFRAESTRUTURA URBANA

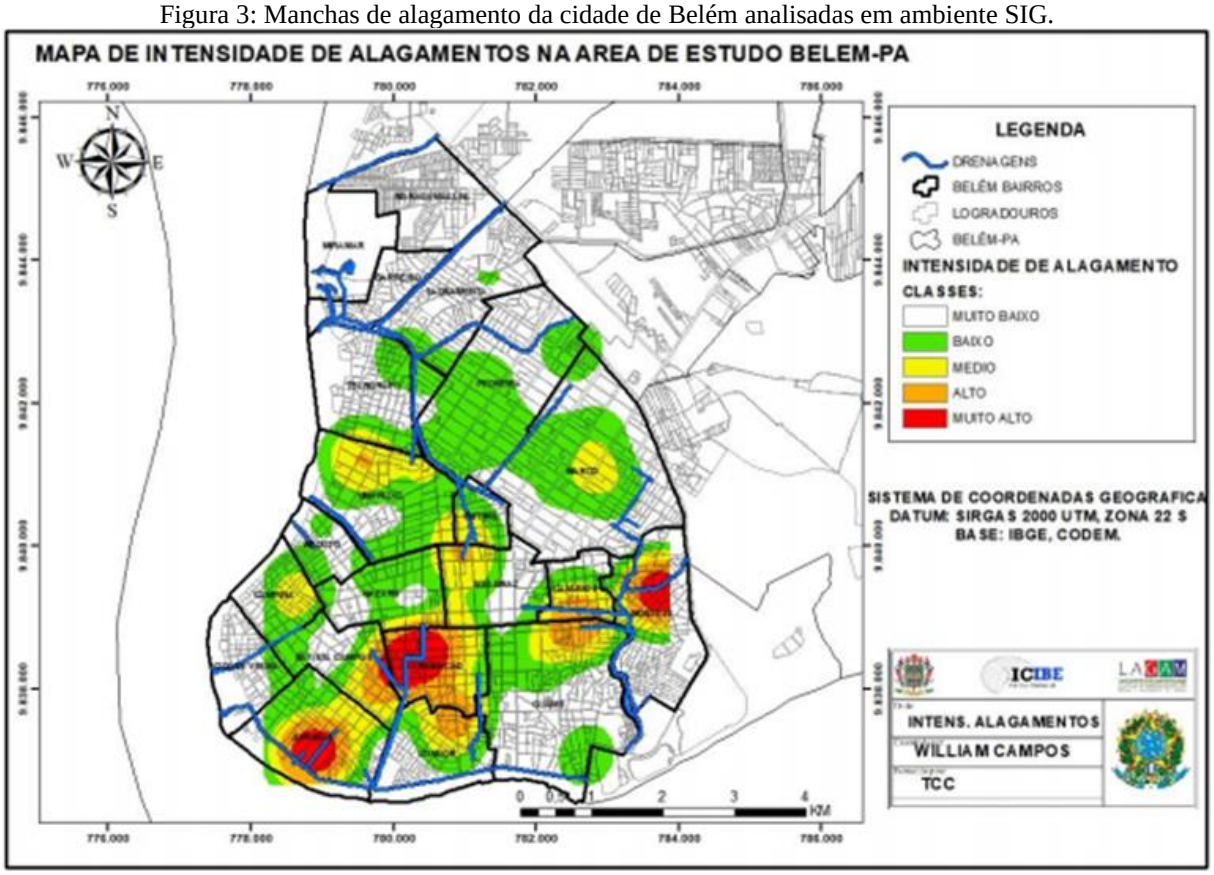
É notável atualmente, a maior presença das ferramentas de geolocalização na vida das pessoas. Essa familiarização se deu por conta do avanço tecnológico que permitiu, a exemplo dos famosos aplicativos de localização mapeada nos *smartphones*, o acesso a esses dados de forma quase instantânea por qualquer usuário que detenha um aparelho celular com acesso à *internet*. Conforme apontam Silva *et al. (*2017), o advento dos Sistemas de Informações Geográficas proporcionou uma revolução nas formas de linguagem e representação dos dados cartográficos em meio computacional.

Ademais, para Augusto Filho (2014), o SIG também pode ser encarado como uma ferramenta tecnológica para o desenvolvimento de abordagens críticas, por meio da compreensão, representação, gerenciamento e comunicação de aspectos naturais e humanos. Já no que tange ao uso do SIG para as análises espaciais urbanas, Alves *et al.* (2008) afirmam que as mesmas têm crescido em virtude do baixo custo de operação e da maior confiabilidade das informações, tendo em vista o avanço das técnicas de geoprocessamento, em especial, o aumento da resolução das imagens de satélite.

Não obstante, o saneamento básico, como um dos principais integrantes da infraestrutura urbana, também foi beneficiado pelo avanço das geotecnologias. Nesse sentido, Caldo e Magalhães Filho (2014) complementam que o uso do SIG para a análise dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, torna-se simples e eficiente por meio da economia de tempo e de recursos financeiros, além de facilitar a visualização dos dados em mapas temáticos ilustrativos.

Complementarmente, como exemplos de uso do SIG na avaliação das condições sanitárias urbanas, pode-se citar o estudo de Campos (2019) que, na área da drenagem urbana, analisou por meio do tratamento de dados em ferramentas computacionais de geoprocessamento, as regiões da cidade de Belém/PA com maior intensidade de alagamentos em eventos de precipitação extrema (Figura 3Figura 3).

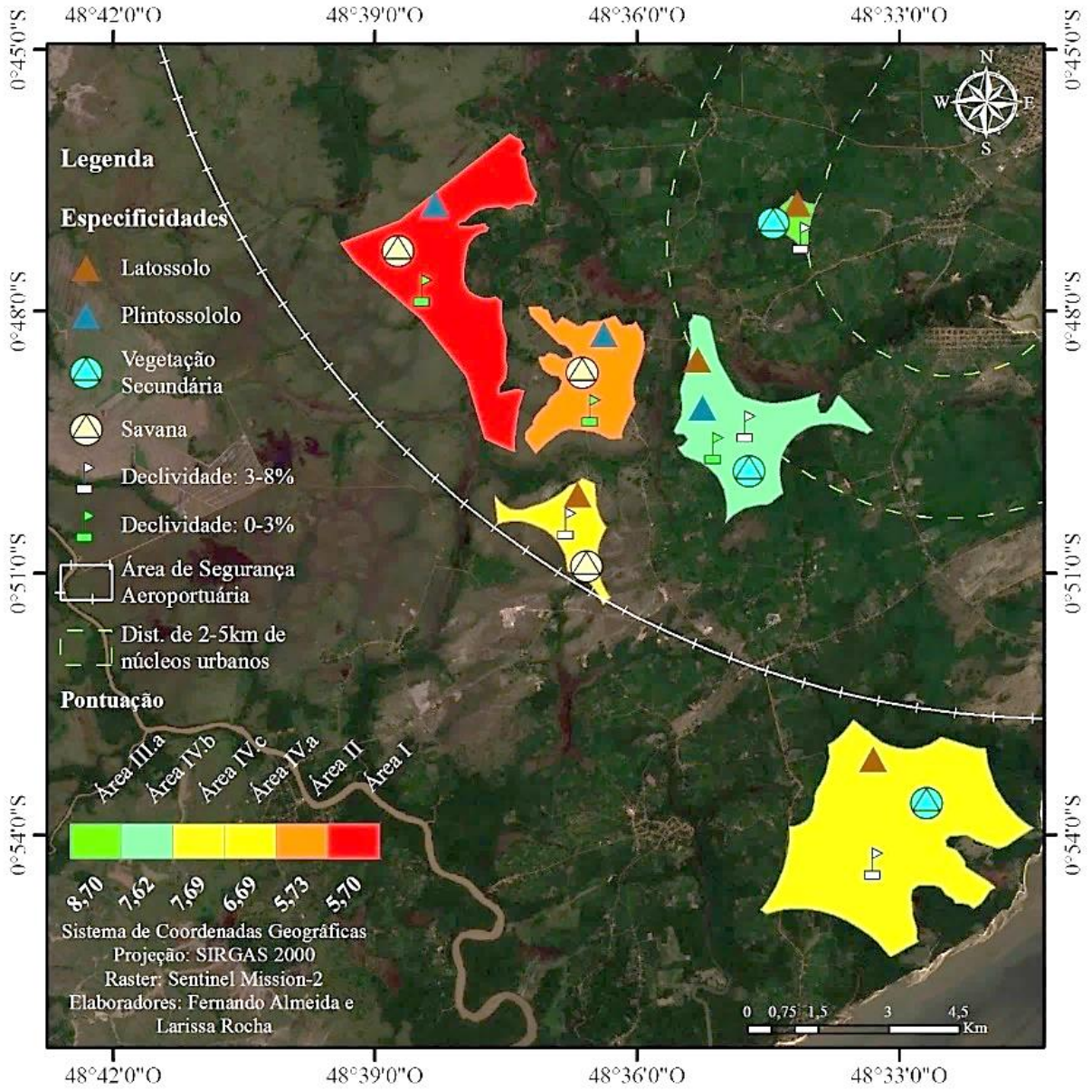
Figura 3: Manchas de alagamento da cidade de Belém analisadas em ambiente SIG.



Fonte: Campos (2019).

Outro exemplo, desta vez na área dos resíduos sólidos, é o de Almeida e Rocha (2018) que por meio das ferramentas de geoprocessamento em ambiente SIG, analisaram as áreas mais ambientalmente adequadas para implantação de aterros sanitários de resíduos sólidos em Salvaterra e Soure, na Ilha do Marajó – PA (Figura 4).

Figura 4: Análise em ambiente SIG de áreas com aptidão para instalação de aterros sanitários.



Fonte: Almeida e Rocha (2018).

Diversos outros exemplos como esses são encontrados na literatura, em maior ou menor qualidade, complexidade e utilizando diferentes métodos, *softwares* ou programas para a análise ou prospecção de soluções de saneamento, utilizando o SIG.

2.4 PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA E FERRAMENTAS COLABORATIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS

A participação comunitária é componente essencial no desenvolvimento das tecnologias sociais, uma vez que as técnicas devem ser projetadas com o objetivo não só de atender as necessidades ou os anseios dos beneficiários, mas também de envolver ativamente as comunidades locais no sentido de possibilitar a apropriação da tecnologia desenvolvida (ITS, 2007; SEBRAE, 2017).

Segundo Bringhenti e Gunther (2011), o conceito tradicional de participação social tem se ampliado, partindo das idéias de defesa dos direiros e interesses, no campo político, bem como, de instrumento regulador do sistema democrático. No contexto dos autores, a participação social foi considerada como o envolvimento da população em ações do poder público, remetendo ao exercício da cidadânia. Nesse sentido, a participação popular é a presença da população nas decisões e ações que transformam o espaço físico e social em que estão inseridos.

Sendo assim, é lógico supor que a incorporação de uma ferramenta colaborativa no processo de desenvolvimento de uma tecnologia social pode promover uma participação ainda mais ativa das populações envolvidas.

Todavia, na literatura, as discussões envolvendo ferramentas colaborativas comumente estão associadas aos avanços na área da tecnologia da informação e comunicação, referente a troca instantânea de informações entre pessoas, bem como a colaboração simultânea em trabalhos e projetos, educacionais e profissionais, via *web*. Essas ferramentas, normalmente gratuitas e de acesso livre, além do cunho educacional e profissional, têm servido também de instrumento para disseminação de informações de interesse e de defesa social e cultural (GARGANO e FORNAZIN, 2019).

A internet se tornou uma grande promotora de ferramentas colaborativas, principalmente a partir do surgimento da chamada *Web* 2.0, marco da tecnologia dos sistemas de informação que possibilitou uma maior interação do público com o conteúdo disponível nas plataformas digitais (BRAVO e SLUTER, 2018). Alguns exemplos de ferramentas colaborativas digitais oriundas da *Web* 2.0 são as plataformas *Wiki*, onde o público em geral tem o poder de incluir e editar informações compartilhadas, tendo como exemplo mais comum, as famosas redes sociais.

No entanto, atualmente, uma das plataformas colaborativas que têm chamado a atenção de pesquisadores são aquelas que permitem o compartilhamento de informações geográficas

(*Openstreetmap*, *Wikimapia*, *Google my maps*). Não obstante, na área da cartografia, nem sempre a população teve a oportunidade de se apropriar das informações geradas, ou fazer parte da elaboração de um produto cartográfico. Foi com base nisso que surgiram, nas décadas de 70 e 80, as primeiras iniciativas de elaboração de mapas participativos ou colaborativos, envolvendo as comunidades locais e seus conhecimentos únicos sobre as áreas onde habitam (ACSELRAD e COLI, 2008).

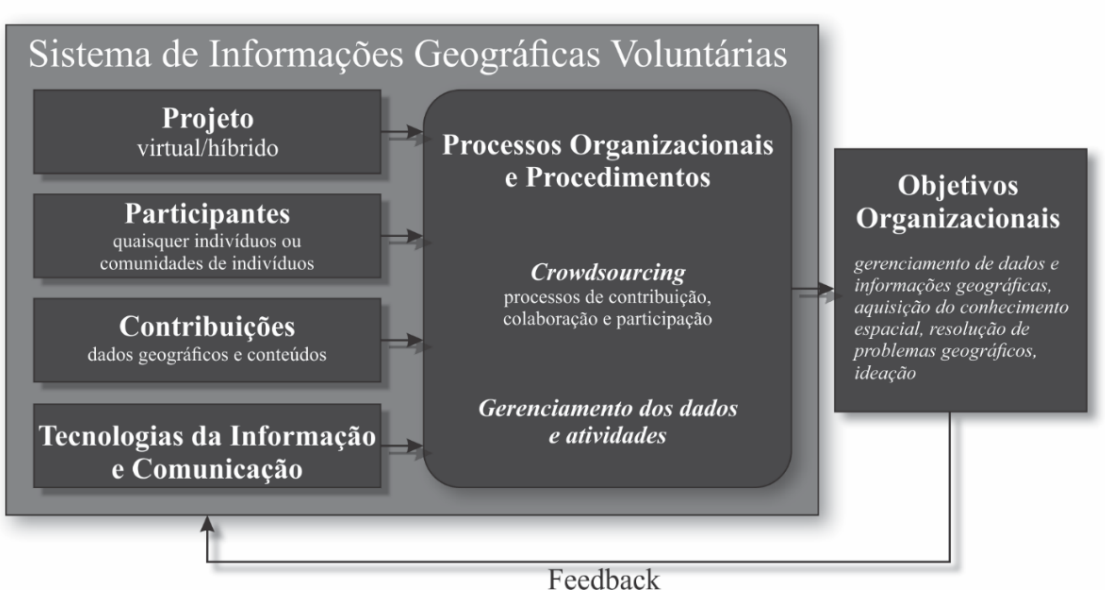
De acordo com Pereira Junior, Spitz e Holanda (2016), um significativo número de iniciativas de mapeamento participativo também começaram a ser evidenciados no Brasil na década de 90, no sentido de desenvolver uma consciência crítica junto às populações envolvidas referente às questões mapeadas. O termo cartografia social é associado por Acselrad e Coli (2008), como uma das terminologias mais utilizadas no Brasil para os mapeamentos realizados em conjunto com as comunidades alvo ou locais.

Sendo assim, a cartografia social pode se fazer de uma importante ferramenta colaborativa, tanto para auxiliar no desenvolvimento de tecnologias sociais, como sendo ela própria esta tecnologia, uma vez que se cria por meio das informações oriundas da participação comunitária, promovendo o empoderamento e a reivindicação de direitos sociais, com tendências cada vez mais comuns para o mapeamento colaborativo por meio do compartilhamento de informações via *internet* (BRAVO e SLUTER, 2018; PEREIRA JUNIOR, SPITZ e HOLANDA, 2016).

Ainda de acordo com Bravo e Sluter (2018, p. 1902), “o desenvolvimento das tecnologias da informação mediante o contexto da *Web* 2.0, possibilitou que indivíduos sem educação formal em Cartografia usassem e produzissem geoinformação”. Nesse cenário, pode-se afirmar que atualmente, por meio da *internet*, a cartografia social como ferramenta colaborativa permite que comunidades em geral possam produzir e disseminar ao resto do mundo informações geoespaciais acerca da sua realidade local, a partir do seu ponto de vista sociocultural, resguardando assim os seus direitos frente às cartas técnicas oficiais dos órgãos de controle social.

Para Gómez-Barrón *et al.* (2016) o termo mais utilizado na literatura internacional para classificar o mapeamento colaborativo via sistemas *Web* 2.0 é o de *Volunteered Geographic Information* (VGI) ou informação geográfica voluntária. Para os mesmos autores, as plataformas VGI compõem-se por 4 elementos: o projeto (virtual ou híbrido), os participantes (indivíduos ou comunidades), as contribuições (dados geoespaciais) e as tecnologias de informação e comunicação (serviços da web), conforme a Figura 5.

Figura 5: Estrutura das Plataformas VGI.



Fonte: Gómez-Barrón *et al*. (2016) *apud.* Bravo e Sluter (2018).

Outra definição dada aos sistemas VGI é a colocada por Fast e Rinner (2014) como sendo "[...] uma comunidade de informações geográficas de origem coletiva fornecidas por uma ampla gama de participantes com diversos níveis de educação, conhecimento e habilidades". Desse modo, usuários ou pessoas sem educação formal em Cartografia, tornam-se capazes de criar, manipular, analisar e apresentar dados espaciais, o que não era possível antes do surgimento das ferramentas colaborativas, advindas da *Web* 2.0.

Isto posto, as ferramentas colaborativas são mais um meio pelo qual cidadãos comuns e comunidades em geral podem buscar o empoderamento sobre o local em que vivem para enfrentar os problemas sociais, ambientais e de infraestrutura que não são oferecidos pelo sistema político e econômico.

Contudo, os assuntos tratados neste referencial teórico partem do princípio de que a precariedade do saneamento básico nas periferias e aglomerados subnormais pode ser atenuada pela implantação de tecnologias sociais em saneamento, a qual, com o auxílio de SIG, podem também gerar informações importantes para suprir a população de conhecimento, bem como torná-la capaz de produzir geoinformação, por meio de ferramentas colaborativas para efetivar a sua participação no desenvolvimento de tecnologias sociais.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO

A caracterização da pesquisa a ser desenvolvida neste trabalho foi definida como de abordagem quali-quantitativa, pois foram utilizados métodos tanto quantitativos, durante a coleta e organização dos dados geoespaciais, quanto qualitativos visando posteriormente, a análise mais meticulosa dos dados encontrados. Para Minayo (1997 *apud* Schneider, Fujii e Corazza, 2017) “os tratamentos quantitativos e qualitativos dos resultados podem ser complementares, enriquecendo a análise e as discussões finais”.

Já quanto à natureza da pesquisa, a mesma se identifica como aplicada, uma vez que este tipo de pesquisa, segundo Gerhardt e Silveira (2009) “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”.

Em relação aos objetivos da pesquisa, conforme explicitado por alguns autores, considerou-se a mesma como explicativa, em virtude da necessidade de se explicar um fenômeno através de relações causais, para assim serem identificadas as áreas mais propícias para o desenvolvimento de tecnologias sociais (SANTOS, 1999; VERGARA, 2006 *apud* FERNANDES *et al.*, 2018).

Por fim, o procedimento de pesquisa aplicado é do tipo: pesquisa de levantamento, que de acordo com Gerhardt e Silveira (2009), tem como principal característica o conhecimento da realidade através de dados agrupados que possibilitam uma riqueza em sua análise.

3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Inicialmente, para o desenvolvimento teórico da pesquisa, bem como para o alcance dos objetivos específicos, reuniu-se referencial acerca dos aspectos relacionados ao processo de urbanização, saneamento urbano em áreas subnormais, tecnologias sociais e ferramentas colaborativas.

Com base nesses conhecimentos, para se atingir os objetivos específicos, foram extraídas informações geoespaciais sobre a área de estudo disponibilizadas por órgãos oficiais como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), Prefeitura Municipal de Belém, por meio da Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém (CODEM) e do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Os dados coletados dizem respeito à delimitação

municipal da área de estudo, incluindo bairros, distritos e ilhas; delimitação das áreas subnormais, hidrografia, bacias hidrográficas, áreas influenciadas pela variação do nível do mar, pontos de alagamento e imagens espaciais do Satélite Sentinel-2 da *European Space Agency* (ESA). Desse modo, após análise e discussão das informações coletadas foram identificadas as áreas de aglomerados subnormais presentes na área de estudo.

Além disso, foi oficialmente solicitado à Agência Reguladora do Município de Belém (ARBEL) de modo adicional, informações espaciais que pudessem enriquecer a análise acerca da infraestrutura existente das redes públicas do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário e de projetos em execução desta natureza. No entanto, o Ofício enviado via e-mail ao órgão público não foi respondido. O referido documento enviado à ARBEL pode ser visualizado no "Apêndice A" deste trabalho.

No tocante a apresentação dos resultados, além dos tradicionais mapas temáticos, também foi aplicado neste estudo o uso de ilustrações que abordam as informações de forma "menos técnica", mais clara, didática e detalhada para o entendimento dos dados pelo público em geral. Essas ilustrações foram denominadas neste trabalho de "painéis de informações".

A seguir, são descritas as etapas desenvolvidas para o alcance dos objetivos específicos:

- Objetivo Específico 1:

Para se atingir este objetivo, utilizou-se dados disponibilizados pelo IBGE a respeito das áreas de aglomerados subnormais do município de Belém, os quais foram projetados em ambiente SIG de modo a representar espacialmente as áreas com precariedades em infraestrutura de saneamento básico, já que estas áreas, conforme abordado no referencial teórico, são caracterizadas por serviços de saneamento básico deficitários.

O presente trabalho optou por demonstrar este e os demais resultados, utilizando-se a divisão espacial de bairros, uma vez que esta é mais difundida entre a população dos diferentes níveis de escolaridade a quem este trabalho é destinado, visando uma abordagem mais clara, didática e menos complexa sobre o assunto. Desse modo, foi elaborado o mapa de concentração dos aglomerados subnormais entre os bairros do município de Belém como forma de identificação e espacialização das precariedades sanitárias da área de estudo.

A concentração dos aglomerados subnormais dentro dos bairros foram classificados em faixas de concentração que variam entre baixa, média, alta e muito alta, de acordo com o percentual ocupado pelos aglomerados dentro das áreas dos bairros, conforme determinado na Tabela 1.

Tabela 1: Faixas de concentração dos aglomerados subnormais nos bairros.

Concentração	Percentual de Ocupação
Muito Alta	>75% - 100%
Alta	>50% - 75%
Média	>25% - 50%
Baixa	0% - 25%

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Vale ressaltar que foi utilizado o software ArcGIS®, versão 10.5, para a projeção geográfica dos dados estudados, tendo sido adotado o Datum SIRGAS 2000 como o modelo matemático de representação da superfície terrestre.

- Objetivo Específico 2:

No tocante ao segundo objetivo específico, realizou-se pesquisa sobre os índices de saneamento divulgados anualmente pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), bem como pelas informações divulgadas no último PMSB de Belém (2020 – 2040). A partir dessa pesquisa, foi possível a análise temporal (2010 a 2019) da situação sanitária da área de estudo, por meio dos índices de atendimento do abastecimento de água e do esgotamento sanitário. Em seguida, no tocante a drenagem urbana, analisou-se a ocorrência de alagamentos e áreas influenciadas pela variação do nível do mar, relatadas no referido PMSB. E por último, analisaram-se também dados referentes ao gerenciamento dos resíduos sólidos e as estratégias de coleta seletiva executadas no município.

Assim, as informações coletadas foram analisadas com o intuito de corroborar com os resultados apresentados anteriormente sobre as com precariedades em infraestrutura de saneamento, representadas pelos aglomerados subnormais existentes.

- Objetivo Específico 3:

Quanto ao objetivo específico 3, para a elaboração do mapa das “Áreas mais Propícias para o Desenvolvimento de Tecnologias Sociais em Saneamento (APDTSS)”, inicialmente, realizou-se a sobreposição dos dados sobre os aglomerados subnormais e de dados relacionados à drenagem urbana, obtidos com o resultado dos dois primeiros objetivos específicos. Essa sobreposição teve o intuito de guiar a seleção das APDTSS através de um mapa que ilustrasse, primeiramente, os bairros com mais déficits em infraestrutura sanitária.

No entanto, a extensão das áreas atendidas pelas redes de abastecimento de água, esgotamento sanitário e do serviço de coleta de resíduos não foram passíveis de análise, já que não foram encontrados dados espaciais disponíveis nos materiais pesquisados e nem foram possíveis de serem obtidos após solicitação oficial ao órgão regulador do serviço de saneamento da capital (ARBEL), conforme citado anteriormente.

Portanto, para o mapeamento dos bairros mais deficitários em saneamento, foram utilizados apenas dados georreferenciados sobre as aglomerações subnormais do município, sobreposto às informações extraídas do PMSB (áreas passíveis de influência das marés e pontos críticos de alagamento), as quais também foram espacializadas para confecção do mapa.

Desse modo, os dados geoespaciais coletados foram submetidos a um processo de ponderação, por meio do qual foi possível selecionar os bairros de Belém com a maior ocorrência de déficits em saneamento, com ênfase em drenagem urbana, de acordo com as classificações de concentração de aglomerados subnormais do IBGE e sua combinação com as áreas influenciadas pela variação do nível do mar e pontos críticos de alagamento.

Na Tabela 2 é apresentada a classificação das pontuações utilizada na ponderação dos dados, que se distribuem em cinco categorias de baixo à alto, entre uma escala de pontuação que variou de 1 a 10.

Tabela 2: Classificação das pontuações utilizadas para ponderação dos dados relacionados aos déficits em saneamento.

CLASSIFICAÇÃO	PONTUAÇÃO
Alto	9 a 10
Médio-Alto	7 a 8
Médio	5 a 6
Médio-Baixo	3 a 4
Baixo	1 a 2

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

De forma mais detalhada, a ponderação utilizada para seleção dos bairros deficitários, se deu a partir do agrupamento das interações possíveis de acontecer dentro desses limites espaciais entre os aspectos relacionados aos déficits de saneamento. Desse modo, a quantidade de pontos críticos de alagamento associado a abrangência das áreas influenciadas pela variação da maré, dentro de um bairro com determinada concentração de aglomerados subnormais, determinou a pontuação recebida.

Após a ponderação, os bairros classificados com déficits “Alto” e “Médio-Alto” foram selecionados para compor junto às ilhas habitadas de Belém, as APDTSS. As ilhas de Belém neste trabalho também foram alvo de análise, contudo, foi considerado que todas as ilhas habitadas, em sua totalidade, têm potencial para o desenvolvimento de tecnologias sociais, uma vez que os serviços públicos de saneamento são ainda mais precários nessas regiões do que na parte continental do município.

Na Tabela 3 estão discriminadas as pontuações atribuídas aos bairros, conforme as correlações de sobreposição dos dados geoespaciais analisados.

Tabela 3: Ponderação dos fatores utilizados para análise dos déficits em saneamento nos bairros de Belém.

Possibilidades de ocorrência	**Valor de Referência**	**Concentração das Aglomerações Subnormais**			
		Muito Alta	**Alta**	**Média**	**Baixa**
Pontos críticos de alagamento e Área influenciada pela variação da maré	>5 / >50%	10	10	8	7
	>5 / 30% a 50%	10	10	8	7
	>5 / 10% a 30%	10	10	8	6
	3 a 5 / > 50%	10	10	8	6
	3 a 5 / 30 a 50%	10	10	7	6
	3 a 5 / 10% a 30%	10	10	7	5
	até 3 / >50%	10	10	7	5
	até 3 / 30 a 50%	10	9	7	5
	até 3 / 10% a 30%	10	9	7	4
Apenas pontos críticos de alagamento	>5	10	9	7	4
	3 a 5	9	8	6	3
	até 3	9	8	6	3
Área influenciada pela variação da maré	> 50%	9	7	5	2
	30% a 50%	9	7	5	2
	10% a 30%	8	6	4	1
Áreas sem sobreposições		8	6	3	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Contudo, pode-se constatar por meio da análise da Tabela 3 que a concentração das aglomerações subnormais possuem uma influência maior na pontuação obtida em cada possibilidade de relação, uma vez que estas áreas, conforme já abordado no referencial teórico, são caracterizadas por um conjunto de fatores, dentre os quais os serviços de saneamento básico são afetados. Portanto, este trabalho considerou que nessas áreas os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e/ou drenagem pluvial sofrem constantemente algum tipo de déficit de cunho infraestrutural ou de precariedade na prestação desses serviços públicos.

- Objetivo Específico 4:

Por fim, para alcance do último objetivo específico, foram pesquisadas e identificadas as organizações da sociedade civil, atuantes na área de estudo que poderiam usufruir do produto gerado, bem como aprimorá-lo. A identificação dessas organizações se deu por meio de informações extraídas do PMSB, referente a listagem de associações de moradores e a catalogação das cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Além disso, no intuito de estimular a apropriação acadêmica do presente trabalho e dos produtos gerados com ele, pesquisou-se também as instituições de ensino superior de Belém, tendo em vista o suprimento de dados para futuros trabalhos e projetos em tecnologia social.

Para disponibilização dos dados espaciais produzidos e utilizados neste trabalho optou-se pela utilização de uma ferramenta colaborativa digital, *online* e que dispõe de fácil e intuitivo acesso. Dentro dessa perspectiva escolheu-se a ferramenta "*Google My maps*" como sendo o instrumento de compartilhamento digital das informações geradas na presente pesquisa, uma vez que é gratuito, pode ser acessado por praticamente todas as plataformas (*smartphones*, computadores e *tablets*) e por isso, é mais comumente utilizado e popularmente conhecido no Brasil.

A referida ferramenta funciona como uma extensão do aplicativo "*Google Maps*" para o compartilhamento de mapas montados pelos seus usuários, portanto, ela utiliza a base cartográfica deste para a ambientação dos dados inseridos. Para criação do mapa e inserção dos dados geoespaciais produzidos foi necessária a utilização de uma conta *Google*, por meio da qual se atribui uma autoria ao mapa. Após o *upload* dos dados gerados em formato *kml* (um dos formatos aceito pela ferramenta), foi permitida a visualização e download dos dados por qualquer usuário.

Adicionalmente, para efetivar o compartilhamento das informações, foi gerado o link de compartilhamento e em seguida criado um *QR Code*, por meio do site E-lemento (2021) como mais uma forma de acesso ao produto, visando facilitar e diversificar o modo de interação com o mapa criado. Por último, listam-se abaixo os dados compartilhados, por meio da ferramenta colaborativa, e disponíveis para visualização e *download*.

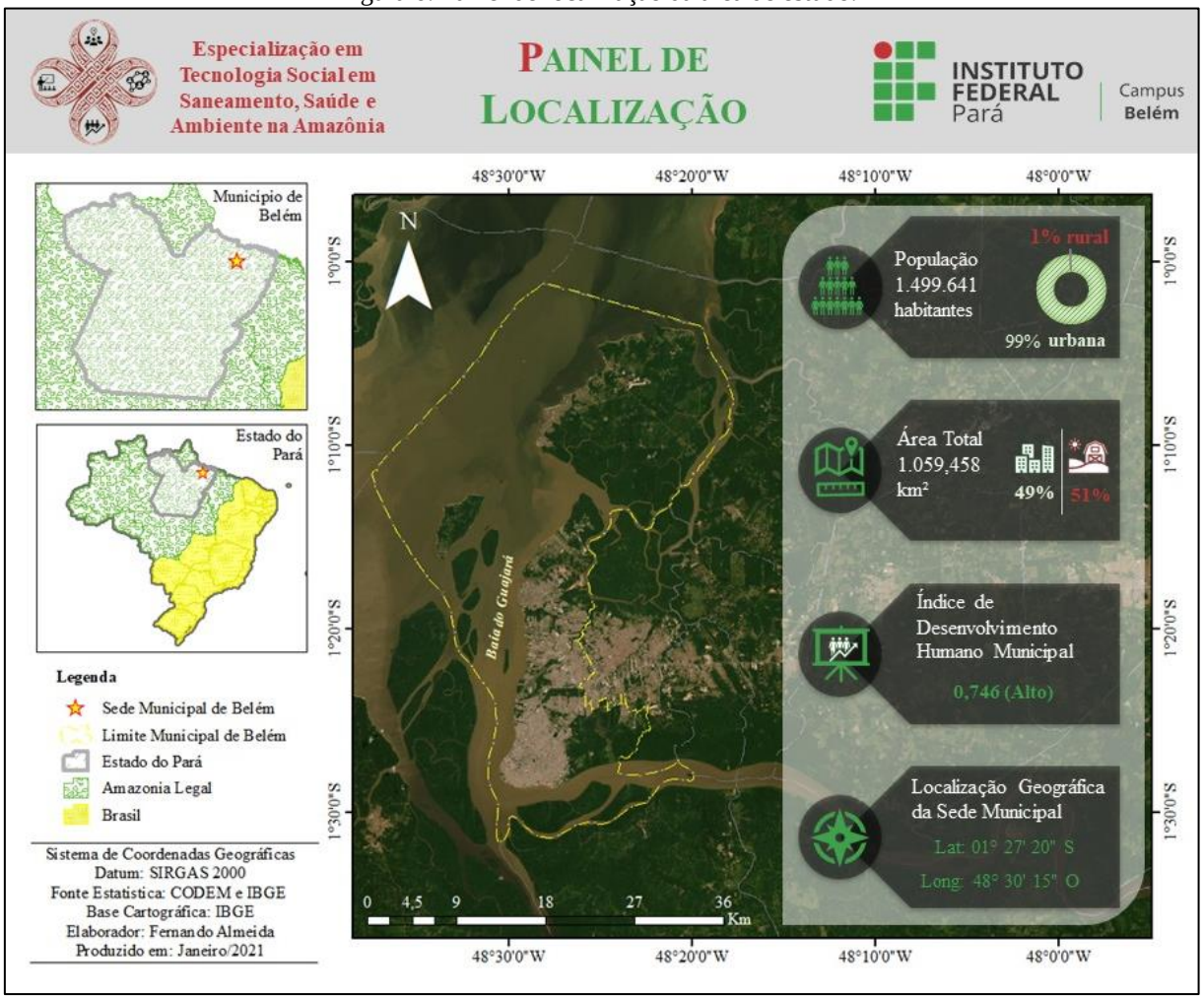
- Limites ou contorno municipal, das ilhas habitadas, bairros e distritos;
- Pontos críticos de alagamento e áreas suscetíveis a influência de variação da maré;
- Áreas de aglomerados subnormais por bairro.

3.3 ÁREA DE ESTUDO

A seguir será apresentada a área de estudo da presente pesquisa, contemplando as suas principais características físicas e socioeconômicas. Trata-se do município de Belém, capital da segunda maior Unidade Federativa do Brasil, o Estado do Pará, que também é integrante da região chamada de Amazônia Legal, instituída com a finalidade do desenvolvimento regional por meio de incentivos fiscais, bem como da delimitação espacial dessa área (IBGE, 2019).

O município de Belém possui população de 1.499.641 habitantes e estende-se por uma área de aproximadamente 1.060 km², sendo 49% urbana e 51% rural. A sede da capital está localizada sob as coordenadas de latitude: 01°27'30" ao Sul e longitude: 48°30'15" a Oeste, conforme mostrado na Figura 6 (BELÉM, 2020a).

Figura 6: Painel de localização da área de estudo.



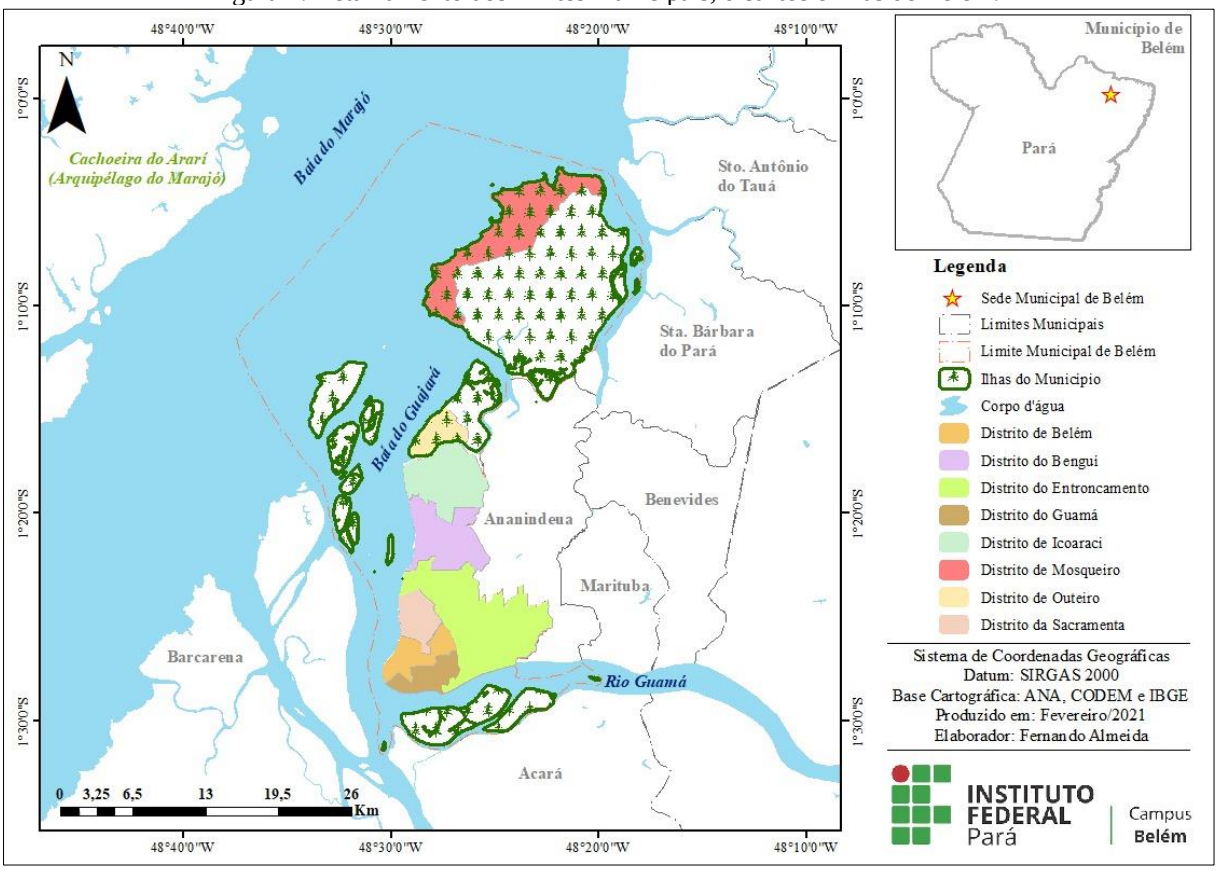
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

É possível observar no painel ainda, a grande influência fluvial (malha hídrica) que integra o município e envolve as ilhas e o centro urbano, em especial, por conta da Baía do Guajará, que banha boa parte do continente municipal.

3.3.1 Caracteristicas físicas

De forma mais detalhada, os limites municipais de Belém, confrontam-se ao Norte com a Baía do Marajó; ao Nordeste com o município de Santo Antônio do Tauá; a Leste com o município de Santa Bárbara do Pará; a Sudeste com os municípios de Benevides e Ananindeua; ao Sul com o município de Acará; a Sudoeste com o município de Barcarena; e a Oeste com o Arquipélago do Marajó, de acordo com a Figura 7.

Figura 7: Detalhamento dos limites municipais, distritos e ilhas de Belém.



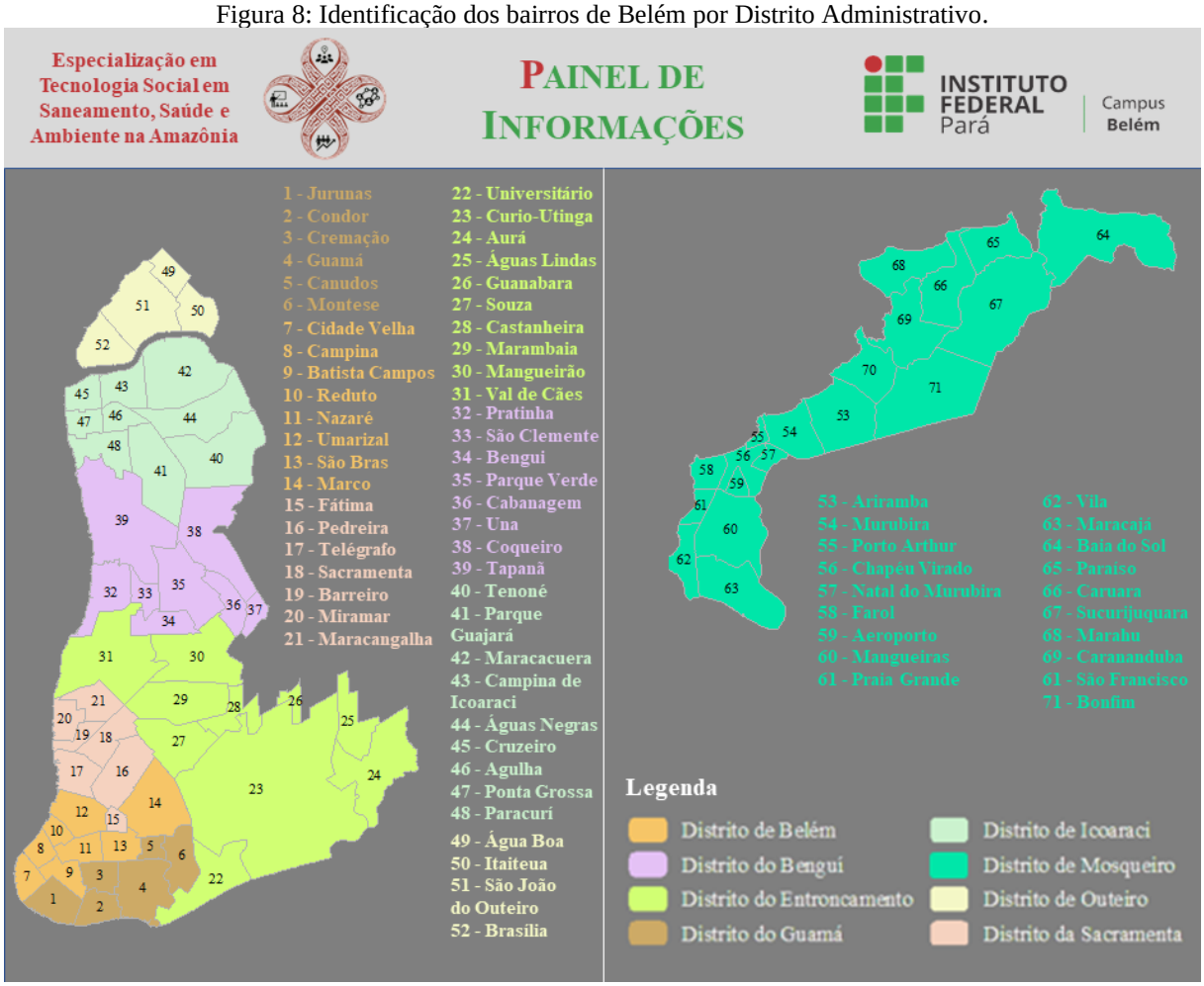
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

É possível identificar ainda na Figura que o município de Belém se divide em 8 distritos administrativos, visando contribuir para o planejamento das ações do poder público municipal. São eles: Belém, Benguí, Entroncamento, Guamá, Icoaraci, Mosqueiro, Outeiro e Sacramenta. Os oito distritos mencionados subdividem-se em 71 bairros com diferentes histórias, demografia, renda e condições de infraestrutura urbana (BELÉM, 2020b).

Além disso, no mapa da Figura 7 estão destacadas as ilhas que se inserem dentro dos limites municipais da capital, totalizando 39 ilhas que somam 329,96 km², das quais, por volta de 18 são habitadas e três contam com parcelas urbanizadas reconhecidas pelo Plano Diretor Municipal, como é o caso dos distritos de Outeiro e Mosqueiro, e a ilha de Cotijuba (SILVA, 2010 *apud* CARDOSO, VICENTE e OLIVEIRA, 2019; BELÉM, 2020a).

Na Figura 8, o painel de informações destrincha a configuração dos bairros de Belém, de acordo com os respectivos distritos administrativos dos quais fazem parte.

Figura 8: Identificação dos bairros de Belém por Distrito Administrativo.

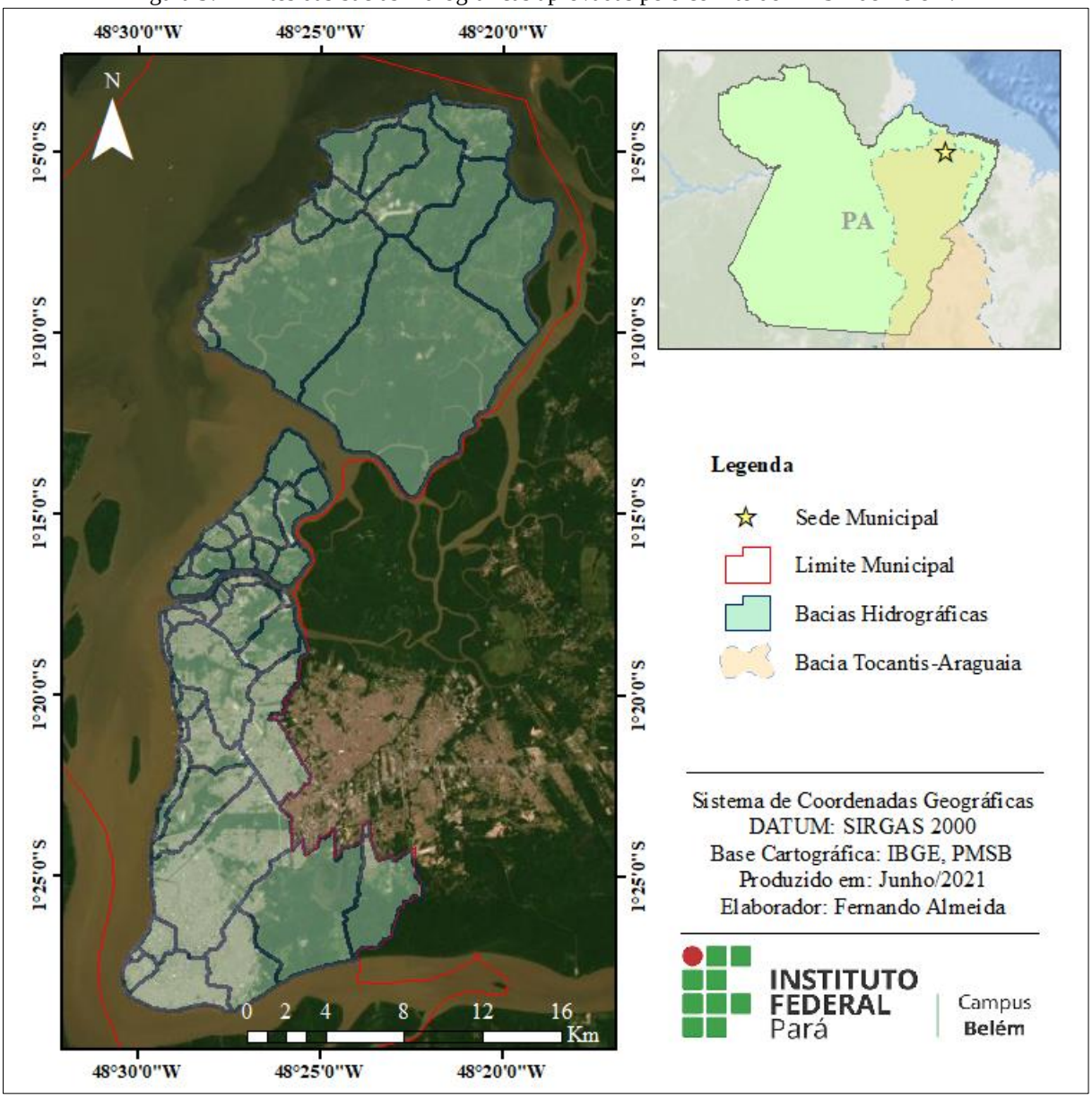


Fonte: Adaptado de Belém (2021).

Verifica-se por meio da Figura 8, que o distrito com o maior número de bairros é o de Mosqueiro. Apesar de menos urbanizado, o distrito da ilha soma 19 bairros, seguida do entroncamento com 10, Icoaraci (9), Benguí e Belém (8), Sacramenta (7), Guamá (6) e Outeiro (4).

Mesmo não sendo alvo principal neste trabalho, outra característica física importante é a delimitação das bacias hidrográficas, uma vez que se fazem das unidades territoriais para implementação das políticas de recursos hídricos e de planejamentos de gestão urbana e ambiental. No Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Belém foram definidas ao todo 47 bacias dentro do território municipal, as quais também estão inseridas na rede hidrográfica brasileira da bacia Tocantins Araguaia, conforme ilustrado no mapa da Figura 9.

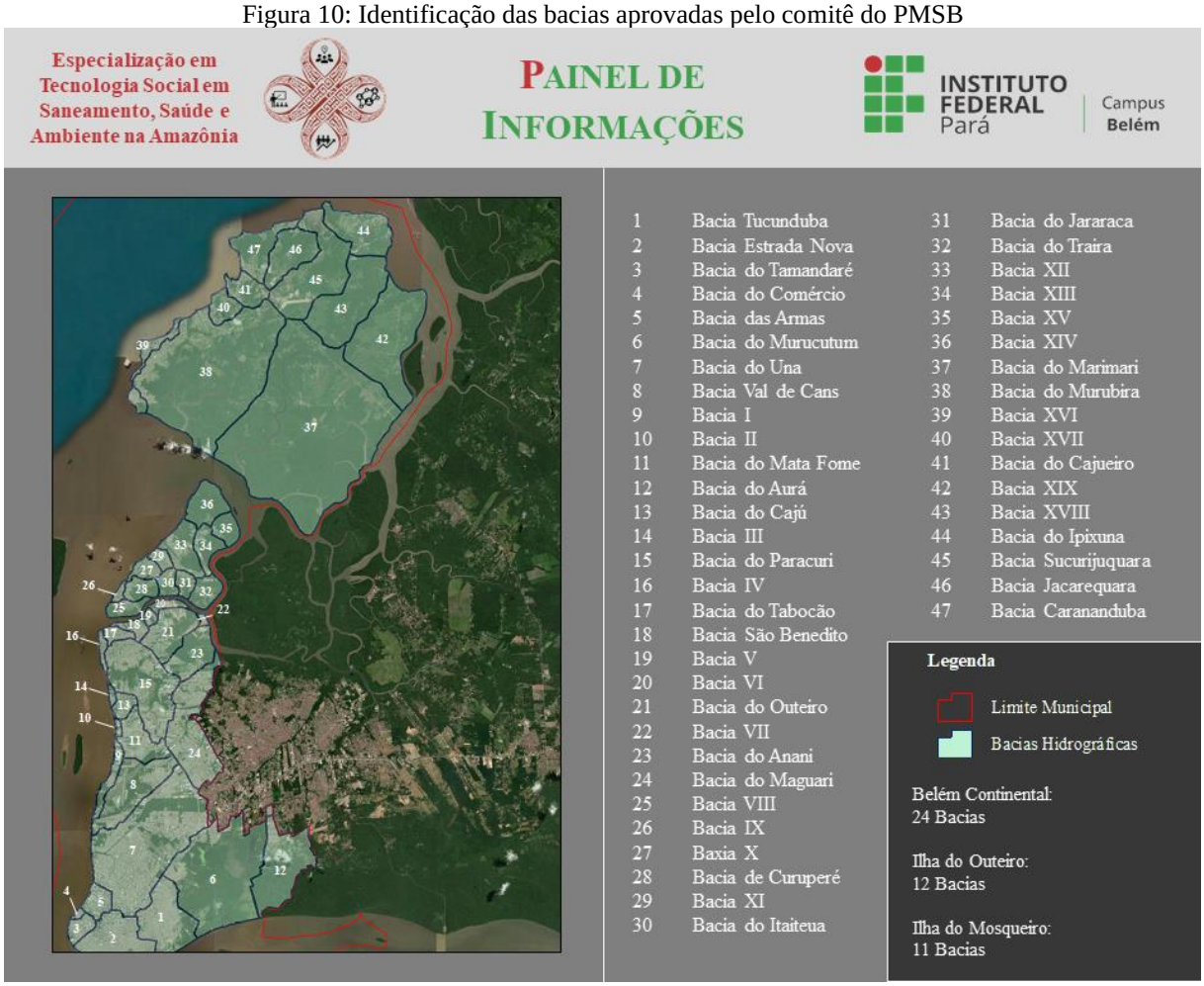
Figura 9: Limites das bacias hidrográficas aprovadas pelo comitê do PMSB de Belém.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

É possível observar no mapa, a localização e os limites das bacias de Belém, aprovadas pelo comitê do PMSB, após análise de estudos anteriores e de Modelo Digital de Elevação (MDE) do município. De forma mais detalhada, na Figura 10 são listadas as bacias por nome, bem como contabilizadas dentro das regiões continental e insular, referente as Ilhas de Outeiro e Mosqueiro.

Figura 10: Identificação das bacias aprovadas pelo comitê do PMSB



Fonte: Adaptado de Belém (2020b).

3.3.2 Socioeconomia

Apesar da área territorial de Belém ser bem dividida espacialmente entre rural e urbana, a concentração populacional é quase que estritamente urbana, uma vez que este representa o ambiente de 99% da população. Vale ressaltar no entanto que apesar dos avanços, Belém ainda conta com muitos desafios a sobressair quando comparado com as demais capitais brasileiras, como exemplifica o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) para o município.

O IDHM, aferido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em 2010, pontua os municípios brasileiros em índices que variam de 0 a 1, por meio de indicadores relativos à renda, longevidade e educação. A capital alcançou um índice ainda considerado alto, no valor de 0,746, entretanto, quando comparado com as demais capitais brasileiras, classificou-se na 22° posição, e em comparação com as demais cidades do país, em 79° (PNUD, 2010).

Para melhor contextualizar o cenário socioeconômico, o anuário estatístico de Belém de 2020, por meio de dados do Cadastro geral de empregos e desempregados/Ministério do

Trabalho e Emprego (CAGED/MTE), informa que no ano de 2019, o município de Belém contribuiu com 78% do preenchimento das vagas ofertadas em toda a Região Metropolitana de Belém (RMB), das quais 52% correspondiam ao setor de serviços, seguido do setor de comércio com 26%. Essa conjuntura torna Belém um centro de trabalho também para os municípios próximos, atraindo pessoas residentes em outros municípios, dada a oferta mais ampla de empregos.

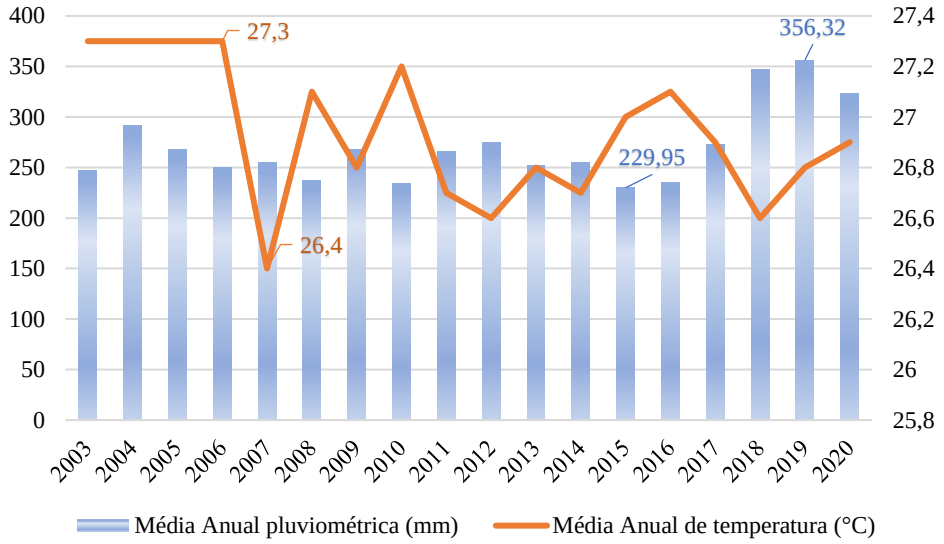
Não obstante, o setor de serviços se configura como a base da economia da capital, tendo sido responsável, no ano de 2017, por 85% do valor arrecadado pelo município, além de integrar 34% do Produto Interno Bruto (PIB) desse mesmo ano. O PIB de Belém em 2017 foi de R$ 30.238.483,96, correspondente a 19,5% do PIB estadual e valor maior que o dobro da soma de todos os municípios da RMB juntos (BELÉM, 2020a).

Já em relação à renda da população, o censo demográfico brasileiro de 2010 apontou como sendo de R$ 812,43 a renda média domiciliar no município de Belém, ao mesmo tempo em que 39% da população vivia com renda abaixo de R$ 260,00 (IBGE, 2010). Dados do IBGE mais recentes, referentes ao ano de 2018, calculam que 29% da população exercia alguma ocupação, acompanhando um salário médio mensal para os trabalhadores formais de 3,7 salários mínimos (IBGE, 2020b).

3.3.3 Clima

A influência das águas superficiais no município, além da disponibilidade superficial, conta com um intenso regime pluvial que varia entre 2.000 a 3.000 milímetros por ano (BELÉM, 2020b). Devido à proximidade com a linha do equador, o município não sofre de grandes variações de temperatura, contando com um período mais chuvoso (janeiro a abril) e menos chuvoso (maio a dezembro), mantendo uma temperatura próxima à 27ºC (Gráfico 1).

Gráfico 1: Variação da precipitação e temperatura anual do município de Belém.



Fonte: Adaptado de INMET (2021).

Vale ressaltar que além da proximidade com a linha imaginária do equador, o clima descrito acima também está associado à alta umidade provocada pela evaporação da imensa massa d'água que envolve a região, além da intensa evapotranspiração do bioma amazônica, que promove a formação de nuvens volumosas e frequentes eventos de precipitação. A média anual da umidade do ar na capital Belém é de 90% (BELÉM, 2020b).

Nesse contexto, a relação da população belenense com os fenômenos meteorológicos do município já faz parte da cultura local, sendo comum alguns ditados e expressões populares como "a chuva da tarde", referente a quase certa precipitação diária nas tardes da capital, servindo muitas vezes, inclusive, de referência para marcar compromissos em "antes ou depois da chuva". Outro ditado muito comum, tirado de um trecho de uma música popular paraense, é a expressão "esse rio é minha rua", não só em referência aos diversos rios da Amazônia, que muitas vezes são os principais meios de transporte nessa região, mas também é comumente utilizada em tom de sátira nas áreas urbanas de Belém, por conta dos constantes alagamentos, que por vezes, atingem até as vias mais nobres da cidade.

Apesar do modo amistoso com que o belenense convive com o clima do município, o aumento populacional descontrolado da capital, com a ocupação de áreas irregulares somadas a alta impermeabilização do solo, intensificou os problemas relacionados a alagamentos e demais situações sanitárias inadequadas.

4 RESULTADOS

4.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

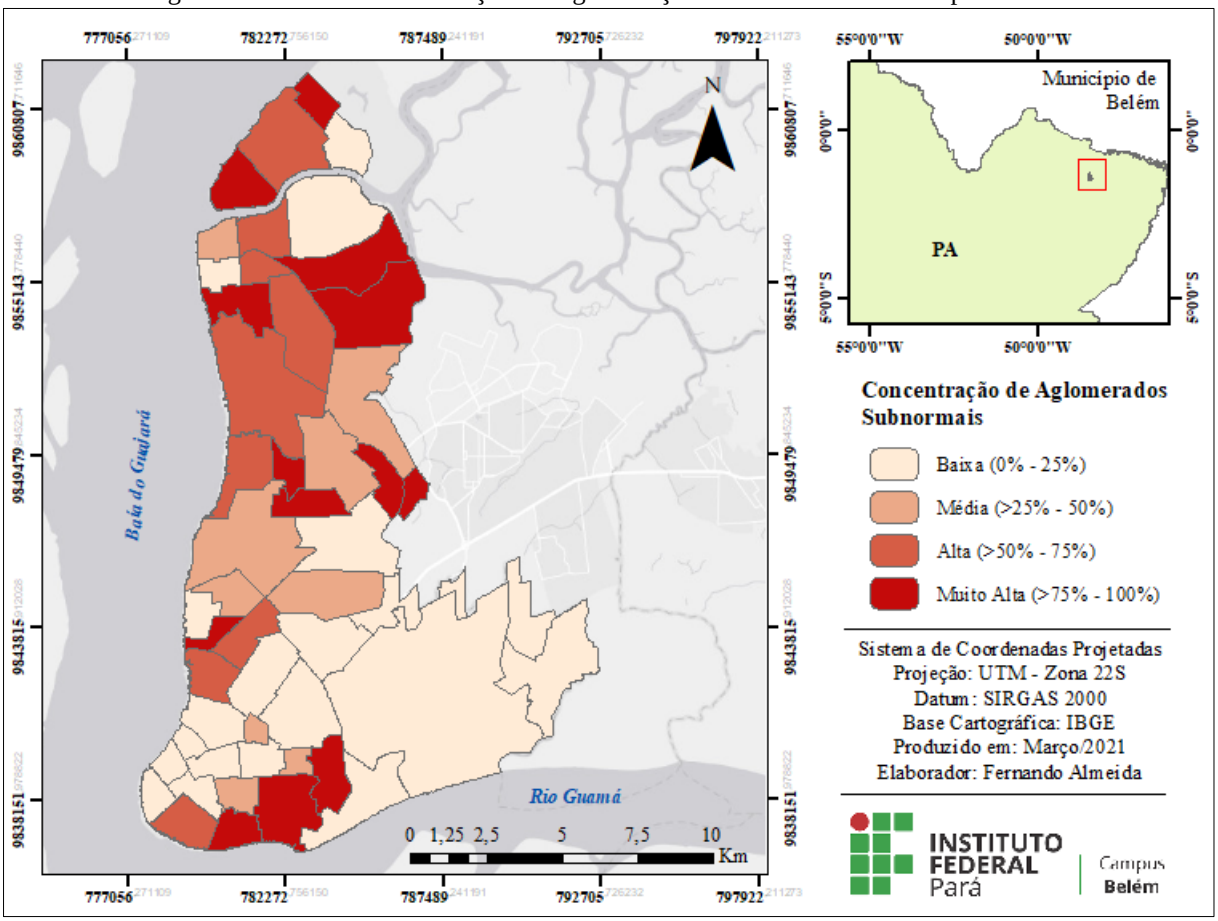
4.1.1 Áreas com precariedades em infraestrutura de saneamento do município de Belém

Durante o censo do ano de 2010, o IBGE quantificou os setores censitários brasileiros que condiziam às regiões chamadas de aglomerados subnormais. De acordo com a classificação do instituto, os aglomerados subnormais são:

> "[...] formas de **ocupação irregular de terrenos de propriedade alheia** (públicos ou privados) para fins de habitação em áreas urbanas e, em geral, caracterizados por um **padrão urbanístico irregular**, **carência de serviços públicos essenciais** e **localização em áreas que apresentam restrições à ocupação**" (IBGE, 2020a, p. 5, grifo nosso).

O município de Belém, assim como muitas outras cidades brasileiras, conta com diversas áreas de aglomerados urbanos que variam de concentração entre os bairros. Áreas desse tipo também podem ser comumente encontradas inclusive em regiões mais próximas ao centro da cidade. A Figura 11 apresenta as concentrações de características subnormais entre alguns bairros da capital, de acordo com os dados coletados pelo censo demográfico brasileiro, no ano de 2010.

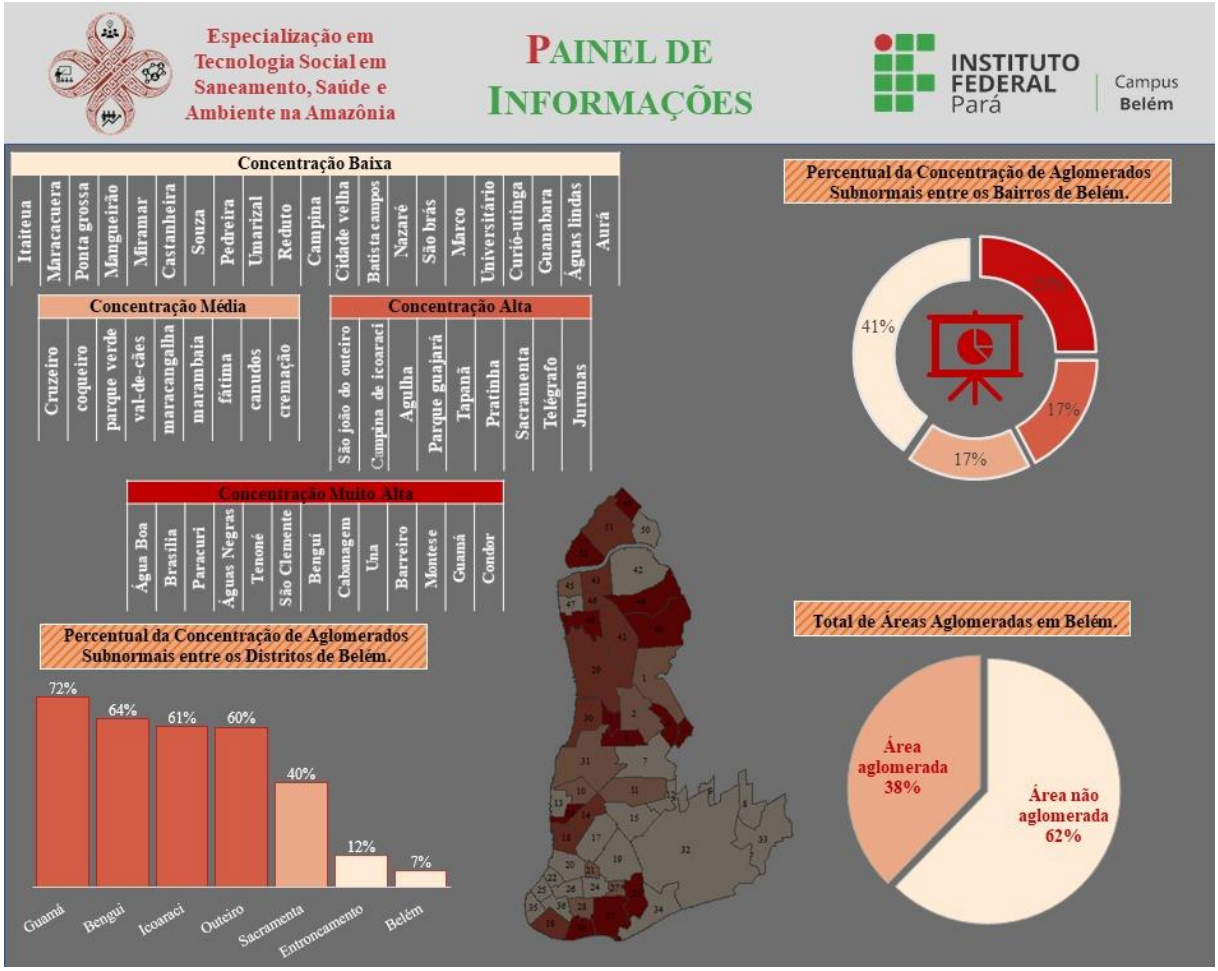
Figura 11: Faixas de concentração das aglomerações subnormais de Belém por bairro.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Desse modo, observa-se que dos 71 bairros da capital, foram analisadas as concentrações de aglomerados subnormais de somente 52 bairros, uma vez que os dados referentes ao distrito de Mosqueiro, não foram disponibilizados pelo censo demográfico do IBGE, no ano de 2010. Desse modo, a Figura 12 a seguir, complementa as informações espacializadas no mapa da figura anterior, identificando a distribuição das aglomerações subnormais de Belém pelos bairros e distritos da cidade.

Figura 12: Painel de informações sobre a concentração dos aglomerados subnormais entre os bairros e distritos da cidade de Belém.



Fonte: Adaptado de IBGE (2010).

A análise dos dados acima, expõem que dos 52 bairros analisados, 25% encontravam-se com uma concentração muito alta de aglomerados subnormais e 17% alta, com destaque aos distritos do Guamá, Bengui, Icoaraci e Outeiro. Quanto aos bairros que apresentaram concentração média, esses também atingiram o percentual de 17%, e os de concentração baixa representaram a maioria, com 41%.

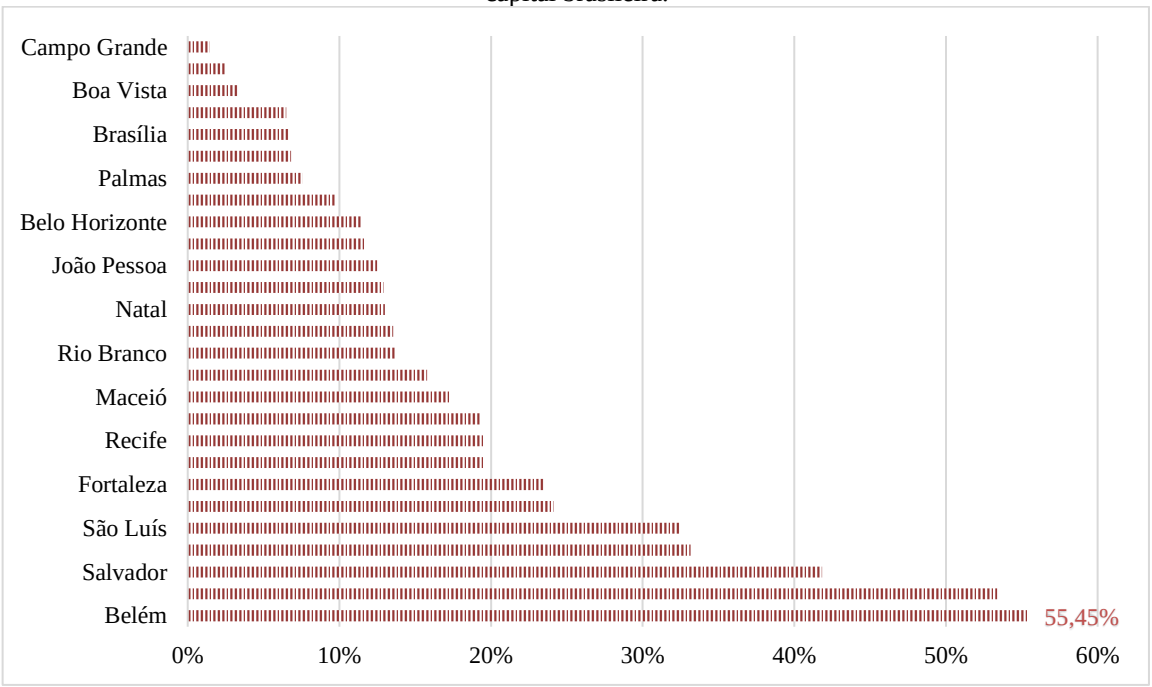
Vale ressaltar que as concentrações foram calculadas baseadas nas áreas de aglomerados dentro dos bairros em função da proporção da área de sua extensão total. Portanto, bairros como

o Curió-Utinga, que apresentam uma grande parcela de áreas desocupadas, representada por áreas verdes, inclusive de área de proteção ambiental, apesar de contar com aglomerados significativos, obtiveram uma concentração amenizada em virtude desses fatores.

Outro ponto analisado por meio da Figura 12, foi com relação a extensão total de áreas de aglomerados subnormais inseridas nos 52 bairros analisados, onde constatou-se que os aglomerados compreendiam cerca de 38% de toda a área de estudo.

Complementarmente, o IBGE publicou no ano de 2020 um documento com dados atualizados sobre os domicílios em aglomerados subnormais, visando auxiliar as estratégias de saúde para o enfrentamento à pandemia de COVID-19. Nesse documento, Belém é apontada como a capital que possui a maior proporção de domicílios situados em aglomerados subnormais (IBGE, 2020).

Gráfico 2: Estimativa de domicílios em aglomerados subnormais em relação ao total de domicílios ocupados, por capital brasileira.



Fonte: Adaptado de IBGE (2020a).

Analisando-se o Gráfico 2, tem-se que mais da metade dos lares belenenses (55,45%), encontram-se em áreas considerados de aglomerados subnormais, que como já descritos anteriormente, caracterizam-se, dentre outros aspectos, pela ocupação irregular e a carência de serviços públicos essenciais, como o saneamento básico.

4.1.2 Diagnóstico das áreas com precariedades identificadas

O ranking do saneamento 2020, estipulado pelo Instituto Trata Brasil (ITB), coloca Belém na 95° posição entre as 100 maiores cidades brasileiras, e aponta ainda o município como a 4° capital com o pior índice de saneamento, à frente apenas das capitais Manaus, Porto Velho e Macapá, também da região Norte (ITB, 2020).

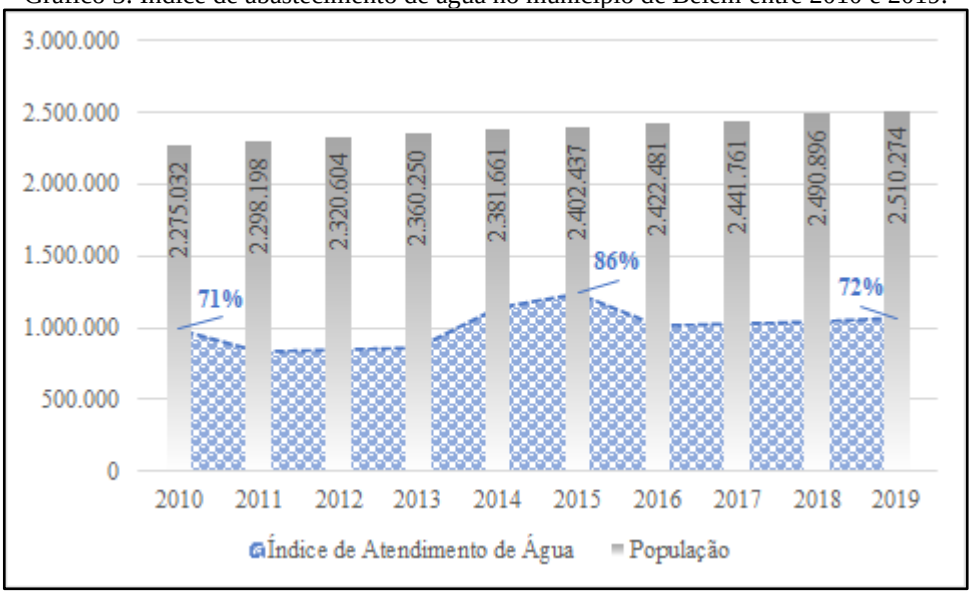
4.1.2.1 Abastecimento de água e esgotamento sanitário

Os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de Belém são operados pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), sociedade de economia mista, criada pela Lei Estadual n° 4.336/1970. No tocante ao Sistema de Abastecimento de Água (SAA), a maioria da população belenense é servida pela água proveniente da captação superficial do Rio Guamá, seguido dos mananciais dos lagos Água Preta e Bolonha, dos quais se conduz a água bruta até as Estações de Tratamento de Água (ETA) do Bolonha, São Brás e 5° Setor. Além desse sistema integrado, o município também conta com sistemas isolados de pontos de captação subterrânea, abastecendo 37 setores (CGU, 2019; BELÉM, 2020b).

Já a infraestrutura para o esgotamento sanitário é a que conta com as maiores deficiências, seja pela baixa taxa de cobertura do serviço ou pelo sucateamento dos equipamentos públicos e precariedade das condições de operacionalidade das Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) e Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) existentes (SOUSA *et al.*, 2018). De acordo com o PMSB de Belém, o município possui 16 ETEs, das quais apenas 09 estão em operação (BELÉM, 2020b)

Somado ao cenário estrutural, os índices de atendimento desses serviços tornam-se bem distintos quanto ao percentual da população abrangida. Dos dois serviços de saneamento abordados neste subtópico, o abastecimento de água tem índices bem mais satisfatórios do que os de esgotamento sanitário. No Gráfico 3 é apresentada a variação do índice de atendimento do serviço de abastecimento de água no município de Belém entre 2010 e 2019.

Gráfico 3: Índice de abastecimento de água no município de Belém entre 2010 e 2019.



Fonte: SNIS (2020).

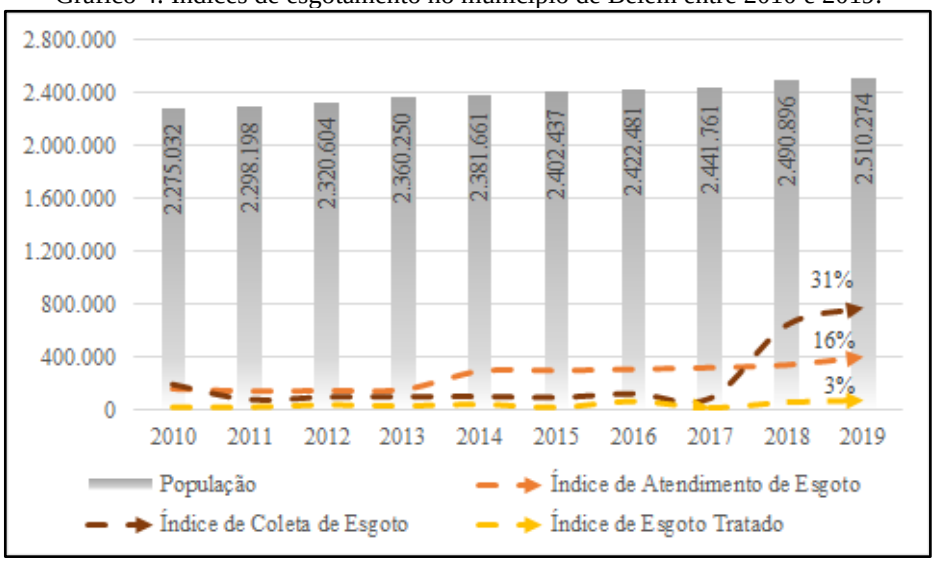
Observa-se por meio do gráfico acima, que o serviço de abastecimento de água não apresentou avanço proporcional ao crescimento populacional entre os anos de 2010 a 2019, com um crescimento mais acentuado apenas de 2011 a 2015, em que se alcançou o índice de 86% de atendimento do serviço. Posteriormente, o índice de atendimento não conseguiu acompanhar o aumento da população, terminando o período de análise com um percentual de atendimento muito próximo ao do primeiro ano analisado.

Ademais, de acordo com o PMSB, "a população não atendida oficialmente pelo sistema público de abastecimento, utiliza em sua maioria, a captação de água bruta por meio de poços artesianos" (BELÉM, 2020b, p. 86). Além desses, vale destacar também a distribuição da água potável por meio de carros e barcos pipa, este último que fornece água potável para muitas localidades das ilhas de Belém, como a Ilha do Combú.

No contexto das tecnologias sociais, nas áreas insulares é significativo também o uso da água diretamente dos rios pela população ribeirinha, seguida da aplicação ou não de algum tratamento caseiro, como a filtragem simples, fervura da água ou aplicação do hipoclorito de sódio (água sanitária). Outras famílias ribeirinhas já se utilizam de sistemas de captação de água da chuva para abastecimento próprio ou comunitário, por meio de projetos implementados por órgão públicos, entidades de pesquisa e iniciativas do terceiro setor.

Quanto aos dados referentes à situação dos serviços de esgotamento sanitário, o gráfico 4 ilustra os índices de atendimento, coleta e tratamento dos esgotos no município de Belém, dos anos de 2010 a 2019.

Gráfico 4: Índices de esgotamento no município de Belém entre 2010 e 2019.



Fonte: SNIS (2020).

Como pode-se observar por meio das informações expostas no gráfico acima, os índices de esgotamento sanitário são mais preocupantes que os de abastecimento de água, uma vez que somente 16% da população é atendida com este serviço, 31% dos esgotos são coletados e apenas 3% do esgoto coletado é tratado. Contudo, o PMSB afirma também que os dados de esgoto enviados pela COSANPA ao SNIS são de números estimados, uma vez que não há macromedição em nenhuma unidade operacional de esgotamento sanitário (BELÉM, 2020b).

Já nas regiões insulares, da mesma forma que para o abastecimento de água, as ilhas também são alvo de projetos que visam o tratamento adequado das excretas da população ribeirinha, no intuito de reduzir a contaminação da água e evitar a proliferação de doenças de veiculação hídrica.

Atualmente, o PMSB afirma que deve ficar a critério da administração municipal a escolha da alternativa individual a ser executada nos locais onde habitam as populações dispersas, como as regiões ribeirinhas, em que o sistema coletivo convencional não é economicamente e operacionalmente viável (BELÉM, 2020b).

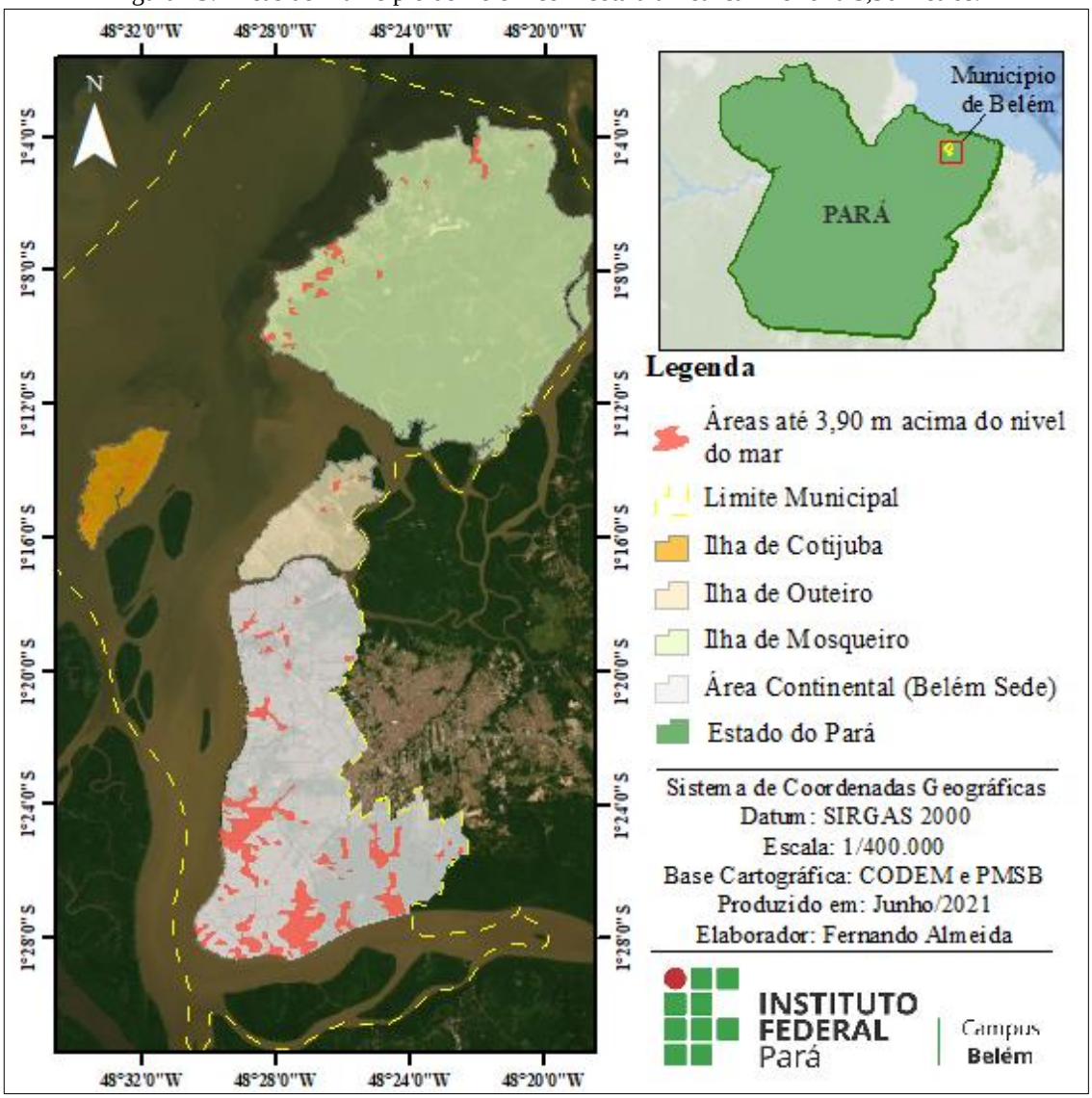
4.1.2.2 Drenagem e o risco de inundações

A drenagem urbana em Belém é de responsabilidade da Prefeitura municipal, por meio da Secretaria de Saneamento (SESAN), a qual, resumidamente, torna-se incumbida da administração e planejamento das infraestruturas de micro e macrodrenagem, ou seja, desde a manutenção e construção de valas e bueiros, até a implantação e limpeza de canais. Conforme aponta o PMSB, o município de Belém possui características propícias ao surgimento de áreas alagadas, dentre elas está a altimetria, onde grande parte da população reside em áreas de cotas

inferiores a 4 metros, as quais estão significativamente sujeitas a influência dos efeitos das marés e das chuvas.

Ainda de acordo com informações da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, a maior preamar informada para o município de Belém, ou seja, a maior cota atingida pelo aumento natural das marés, atingiu os 3,90 metros em 2010 (BELÉM, 2020b). Desse modo, as áreas do município localizadas em cotas abaixo deste nível estão sujeitas à ocorrência de inundação e alagamentos, principalmente quando da ocorrência de densas chuvas, comuns para o bioma amazônico. Abaixo, apresenta-se na Figura 13 as áreas cotadas abaixo de 3,90 metros no município, logo, mais suscetíveis à ocorrência de problemas decorrentes do escoamento da água da chuva.

Figura 13: Áreas do município de Belém com cota altimétrica inferior a 3,90 metros.

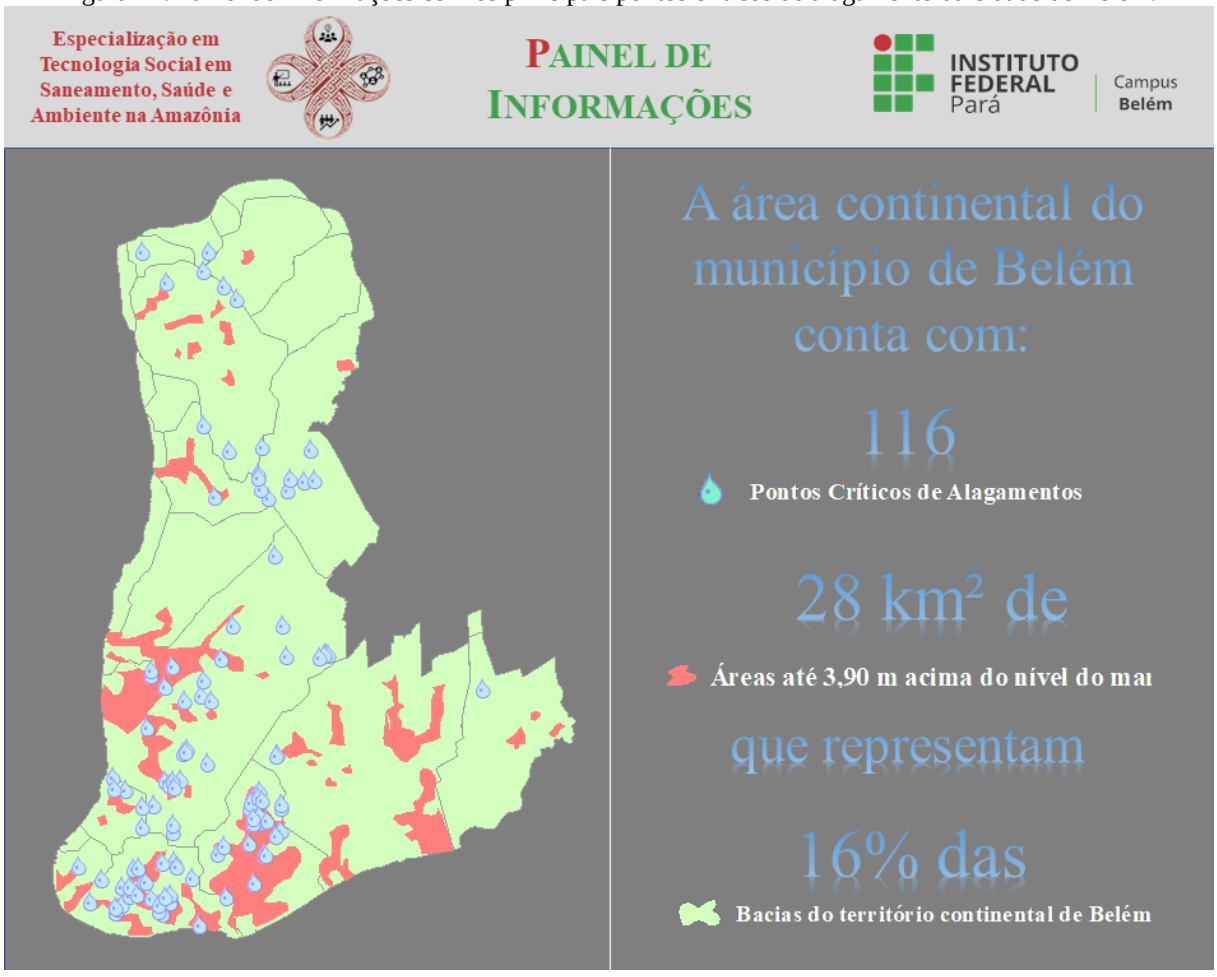


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A partir da análise da Figura 13, percebe-se um retrato das áreas potencialmente alagáveis do município, quando da ocorrência de um evento pluviométrico de alta densidade coincidente com um momento de "maré alta", a qual pode alcançar até 3,90 metros, conforme já mencionado. Este cenário está relacionado, em grande parte, devido às características pluviométricas e topográficas do município. Vale ressaltar ainda, que muitas das áreas encobertas pela elevação da maré na figura acima são tidas como áreas de periferia, ocupadas em sua maioria pela população de baixa renda e de menor poder aquisitivo.

Contudo, de forma a acrescentar a discussão do problema da drenagem urbana de Belém, na Figura 14 é apresentado não somente o detalhamento das áreas até 3,90 metros acima do nível do mar (potencialmente alagáveis), mas também os principais pontos críticos de alagamento da região continental do município, retirados de uma base de dados da SESAN abordada no PMSB (BELÉM, 2020b).

Figura 14: Painel de Informações com os principais pontos críticos de alagamento da cidade de Belém.



Fonte: Adaptado de Belém (2020b; 2019).

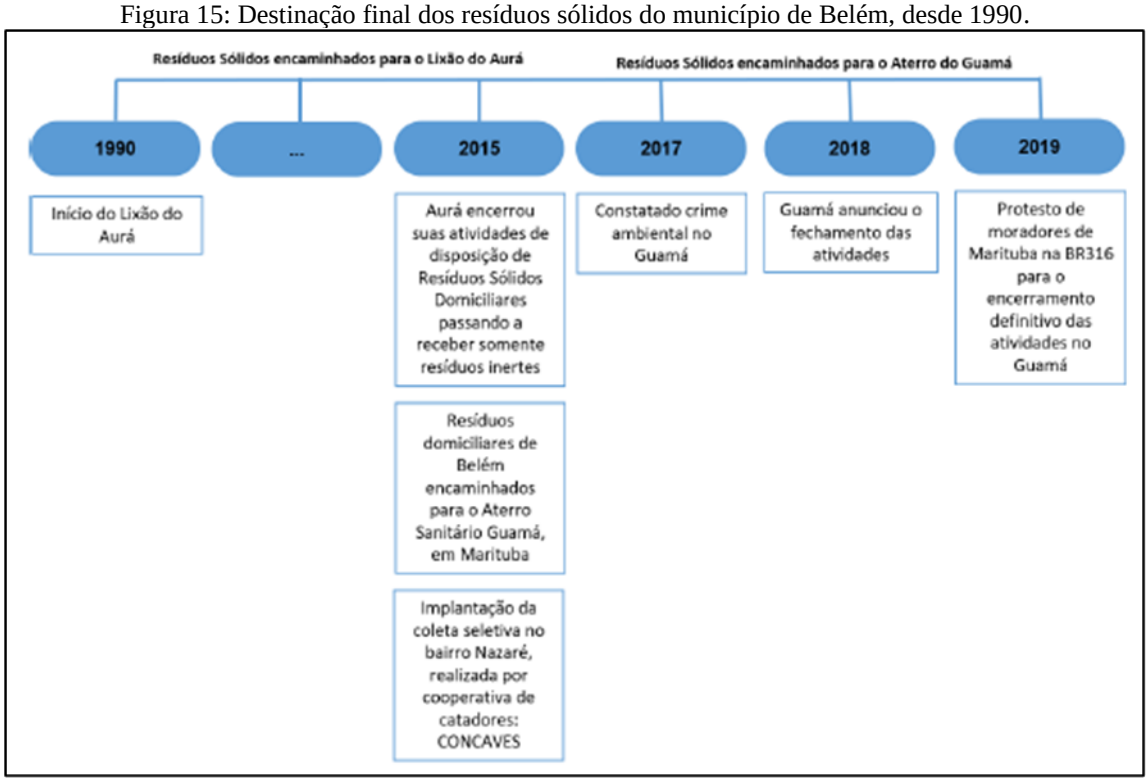
Conforme pôde-se observar na Figura 14, foram identificados pela SESAN um total de 116 pontos críticos de alagamento espalhados pelas bacias da área continental do município, com concentração ligeiramente maior na parte Sul, em especial nas bacias do Tucunduba e Estrada Nova. As áreas até 3,90 m acima do nível do mar somam 28 km², 16% da área das bacias da parte continental de Belém.

Outro grande problema também muito mencionado no PMSB é o lançamento de resíduos sólidos e esgotos domésticos sem tratamento nos canais de drenagem, refletindo a constante relação entre os serviços de saneamento, que quando mal operados, acabam afetando os demais. De acordo com a SESAN, Belém possui pouco mais de 94 km de canais de macrodrenagem, em todo o território municipal (BELÉM, 2019). Isto, somado a uma cobertura baixíssima de esgotamento sanitário e irregularidade da coleta de resíduos sólidos, em alguns pontos da cidade, provoca impactos negativos ao sistema de drenagem urbana, principalmente a qualidade da água nos canais. Portanto, tendo em vista as deficiências do município no funcionamento dos sistemas de saneamento, não só tecnologias sociais de drenagem urbana, mas também de resíduos sólidos e de esgotamento sanitário, poderiam contribuir com o melhoramento do escoamento das águas pluviais.

4.1.2.3 Manejo dos resíduos sólidos e o potencial para o desenvolvimento das atividades de catação de materiais recicláveis e coleta seletiva

Atualmente, o gerenciamento dos resíduos sólidos na capital Belém possui prós e contras muito nítidos. Dentre os fatores positivos, destaca-se a alta taxa de cobertura do serviço, que supera os 95% de atendimento (SNIS, 2020). Em contrapartida, dentre os fatores negativos, que se apresentam em maior número, o principal está na insegurança vivida pelo município quanto à disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, dado aos vários impasses entre a empresa prestadora do serviço, as prefeituras, comunidades próximas e o Ministério Público. No momento, Belém dispõe os resíduos sólidos domiciliares, sem plano efetivo para segregação dos materiais e com caminhões compactadores, em um aterro sanitário consorciado, localizado no município de Marituba, distante 28 km do centro da capital, e que deve encerrar as atividades no ano de 2023. Na Figura 15 é apresentado um organograma, elaborado no PMSB, que mostra as destinações finais dos resíduos sólidos assumidas ao longo do tempo pelo município.

Figura 15: Destinação final dos resíduos sólidos do município de Belém, desde 1990.



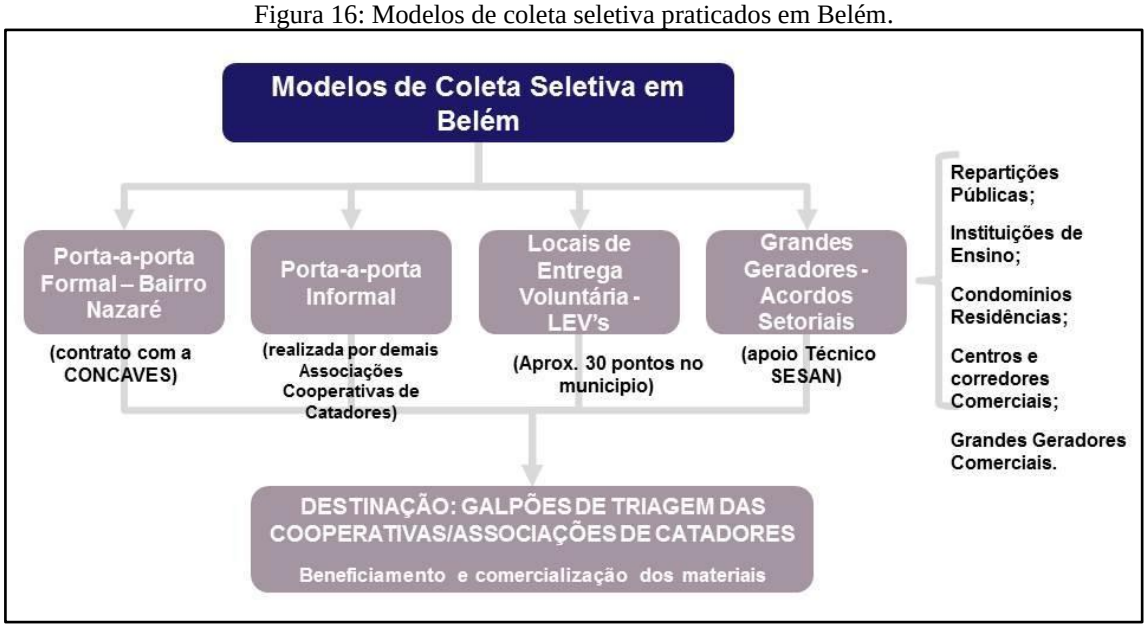
Fonte: Belém (2020b).

De acordo com o ilustrado no organograma, desde 1990 os resíduos sólidos domiciliares do município eram despejados em local ambientalmente inadequado, conhecido popularmente como “lixão do aurá”. A partir então de 2015, com o encerramento do lixão para recebimento dos resíduos sólidos domiciliares, foi que os mesmos passaram a ser destinados ao aterro sanitário de Marituba. A figura ainda cita algumas das inseguranças comentadas anteriormente acerca da destinação final dos resíduos sólidos vivenciada no município, como problemas ambientais e sociais ocorridos.

Além do mais, as iniciativas de coleta seletiva e compostagem encontram-se em estágios ultrapassados e sem o devido interesse da sociedade e incentivos do governo, com percentuais muito aquém do desejado.

Conforme já citado, a coleta seletiva, que se faz fundamental para o aproveitamento dos materiais recicláveis e da diminuição de problemas sociais e ambientais decorrentes da não utilização desses materiais, ainda é bastante negligenciada pela administração municipal e pela própria população, mas que aos poucos vem ganhando mais força através de movimentos organizados, em especial, das associações de catadores de materiais recicláveis. No organograma da Figura 16 é exemplificado alguns dos modelos de coleta seletiva que atuam em Belém.

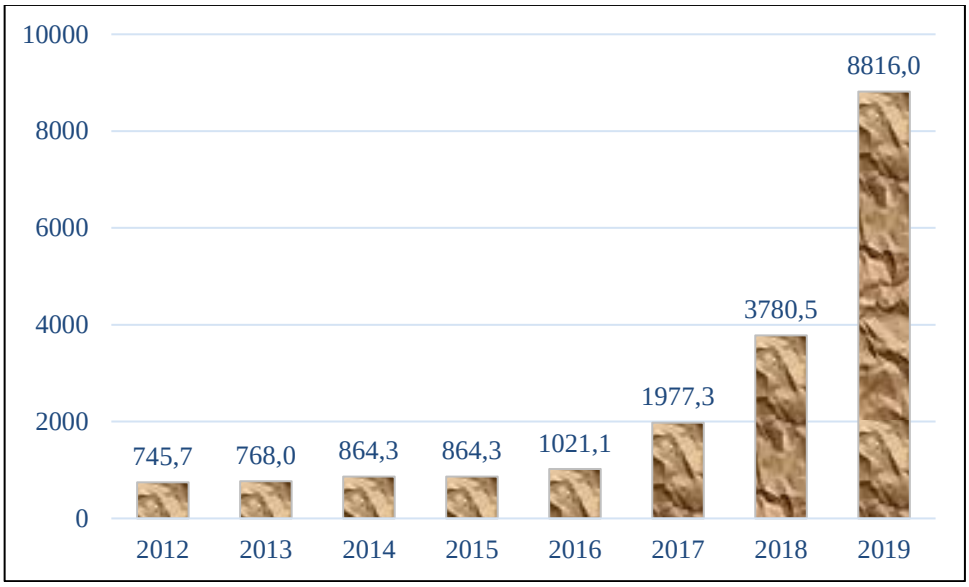
Figura 16: Modelos de coleta seletiva praticados em Belém.



Fonte: Belém (2020b).

Os profissionais catadores são os grandes responsáveis pelo desvio dos materiais recicláveis do aterro sanitário, entretanto o volume desviado corresponde a apenas 1,3% de todo o resíduo domiciliar gerado no município, que soma 931 t/dia (BELÉM, 2020b). Em contrapartida, a atuação desses profissionais tem crescido anualmente e de modo significativo, conforme é ilustrado no Gráfico 5 abaixo.

Gráfico 5: Quantidade total de materiais recicláveis recuperados, no município de Belém, no período de 2012 a 2019.



Fonte: Adaptado de Belém (2020a) e SNIS (2020).

Desse modo, verifica-se que o potencial de aproveitamento dos materiais recicláveis em Belém é muito maior do que o trabalho que esses profissionais sozinhos podem exercer, fazendo

com que um volume muito grande de materiais com capacidade de reaproveitamento seja disposto indevidamente no aterro sanitário. Um dos maiores desafios enfrentados por esses profissionais não é apenas o descaso das administrações públicas, mas também de grande parte da população, que devido à baixa consciência ambiental, não se sente responsável pela geração dos seus resíduos e, consequentemente, não entende e não valoriza a importância do trabalho dos catadores para o ambiente comum.

O estudo de composição gravimétrica realizado no último PMSB de Belém revelou que de todo o volume de resíduos domiciliares gerados, aproximadamente 51% são resíduos orgânicos, 26% materiais recicláveis e 23% entulhos, rejeitos e afins (BELÉM, 2020b). Esse dado também aponta para a enorme proporção de resíduos orgânicos que também poderiam ser aproveitados para criação de subprodutos como adubo orgânico, biofertilizante e gás metano para produção de calor e energia.

Contudo, constatando-se o potencial de aproveitamento dos resíduos domiciliares gerados nos lares belenenses, o qual alcança 77% de resíduos aptos a algum tipo de aproveitamento (compostagem e/ou reciclagem), as experiências de tecnologias sociais direcionadas para esse tipo de finalidade ainda são menos comuns do que para os outros serviços de saneamento, como é o caso do fornecimento de água potável e do provimento de esgotamento sanitário.

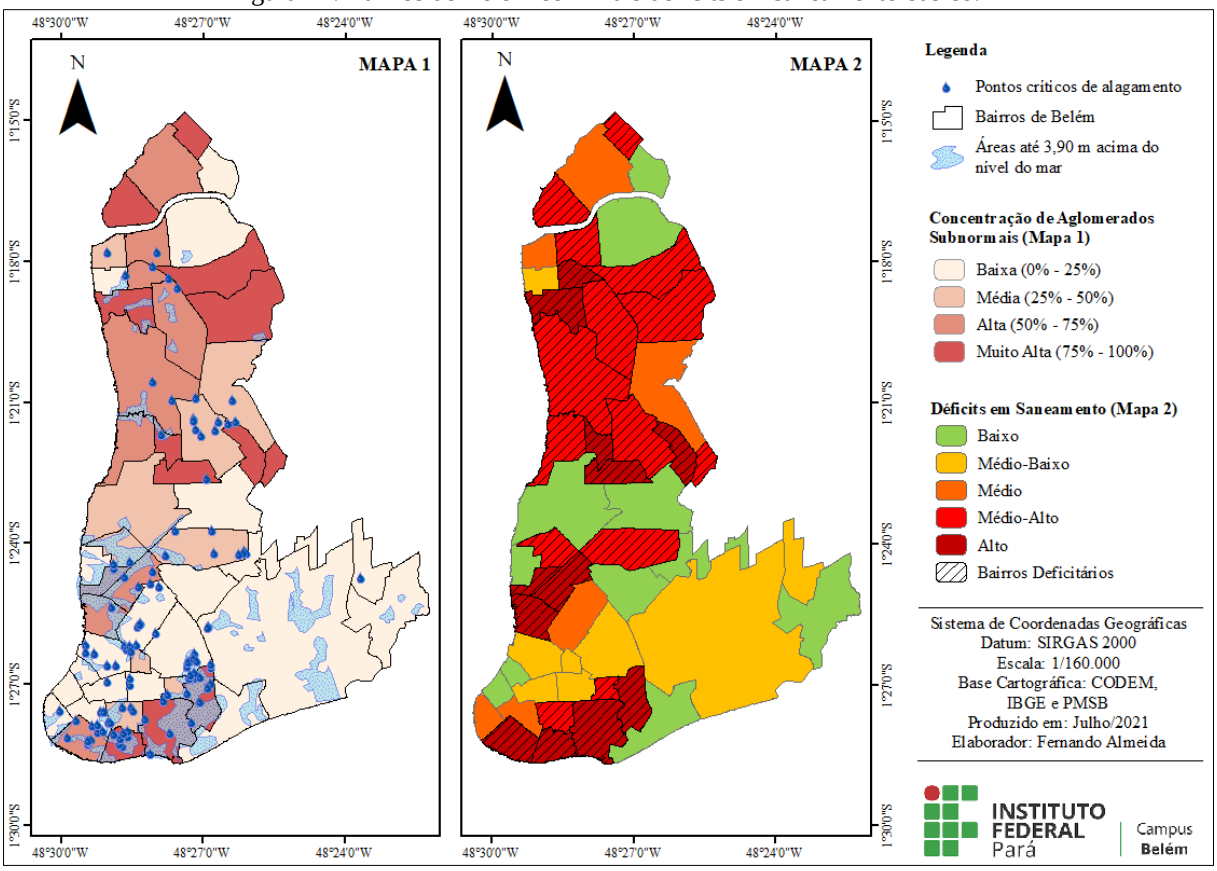
4.1.3 Áreas mais propícias em receber tecnologias sociais em saneamento com aplicação em Drenagem Urbana

A partir das informações coletadas sobre os aglomerados subnormais, bem como da situação do saneamento básico no município de Belém, realizou-se primeiramente o mapeamento dos bairros mais deficitários por meio da sobreposição dos dados espaciais. Esta etapa inicial consiste na visualização das áreas mais necessitadas do desenvolvimento de soluções emergenciais para remediação dos problemas enfrentados, visando posteriormente o possível desenvolvimento de tecnologias sociais como solução.

Tendo em vista que nem todos os distritos de Belém possuíam informações geográficas disponíveis, a análise foi dividida entre a área continental e as ilhas habitadas para melhor equiparação dos resultados. No “MAPA 1” da Figura 17 é ilustrada a sobreposição dos dados de aglomerados subnormais, áreas afetadas pela elevação das marés e os pontos críticos de alagamento da parte continental do município, enquanto que no “MAPA 2” é apresentada a seleção dos bairros mais deficitários após a ponderação desses fatores, ou seja, aqueles que

assumiram déficits em saneamento considerados “Alto” e “Médio-Alto”, conforme explicado na metodologia.

Figura 17: Bairros de Belém com mais déficits em saneamento básico.

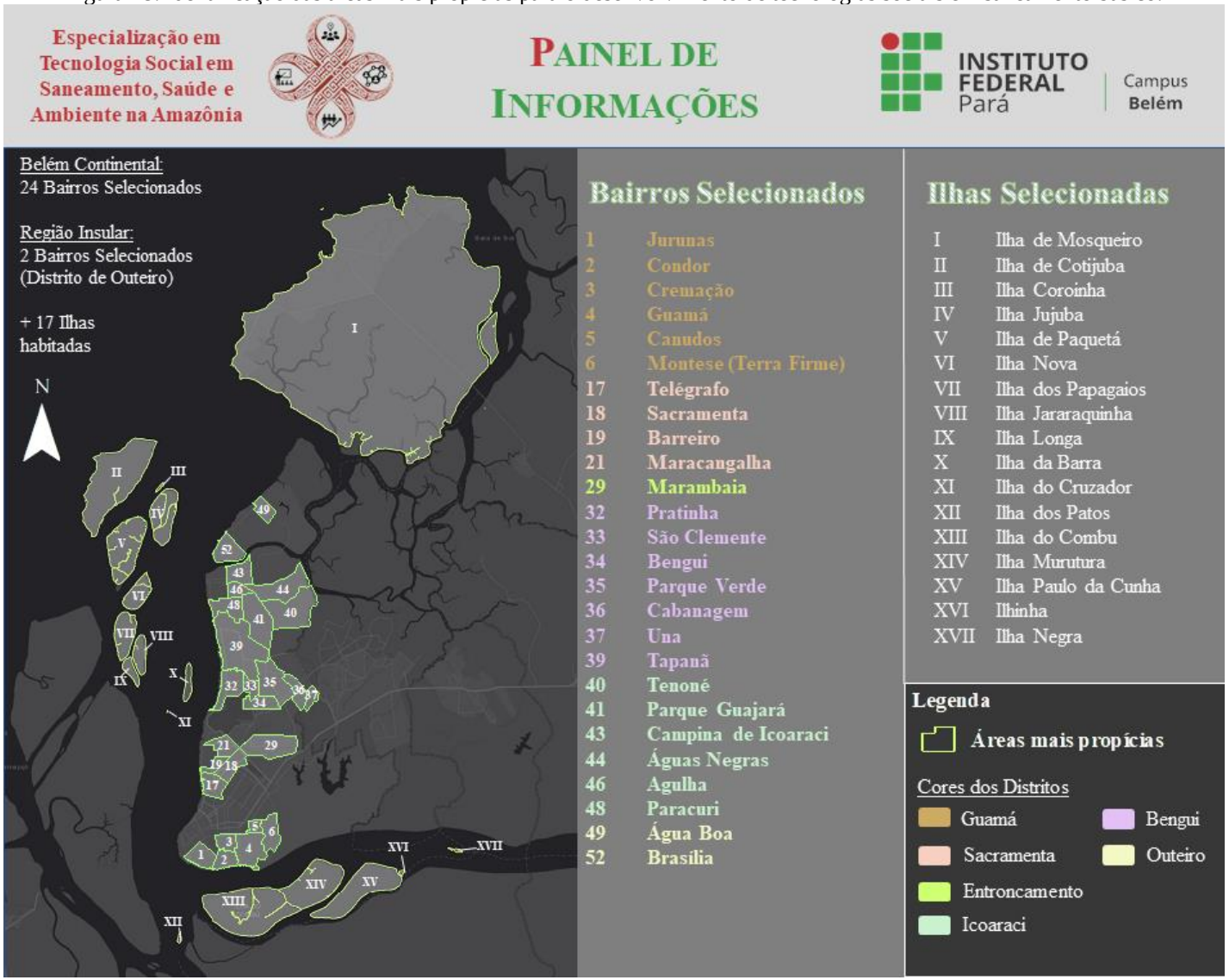


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Sendo assim, conforme apresentado pelo “MAPA 2” da Figura 17, da parte continental de Belém, 24 bairros foram considerados deficitários e, portanto, mais necessitados de soluções emergenciais para os problemas envolvendo o saneamento básico. Além desses, 2 bairros da Ilha de Outeiro também foram levados em consideração, uma vez que este distrito também participou da classificação de aglomerados subnormais do IBGE, totalizando então 26 bairros deficitários em Belém.

Por último, com a definição dos bairros deficitários, foi possível a elaboração do mapa das APDTSS, o qual além desses bairros, incluiu as ilhas habitadas de Belém que, conforme comentado na metodologia, também são alvos de projetos em tecnologia social de saneamento, uma vez que os serviços de saneamento ofertados pelo município não alcançam ou deixam a desejar nessas áreas. Na Figura 18 é apresentado no painel de informações o mapa com a identificação dos bairros e ilhas mais propícios para o desenvolvimento de tecnologias sociais em saneamento.

Figura 18: Identificação das áreas mais propícias para o desenvolvimento de tecnologias sociais em saneamento básico.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

De acordo com o ilustrado no painel de informações apresentado na Figura 18, os bairros selecionados como mais propícios para o desenvolvimento de tecnologias sociais totalizaram 26, pertencentes a 6 distritos diferentes. Destacam-se os distritos do Guamá e Bengui pela maior quantidade de bairros propícios para o desenvolvimento de tecnologias sociais em saneamento, tendo o Guamá todos os bairros selecionados e o Bengui apenas com o bairro do coqueiro fora dessa seleção.

4.1.4 Produto gerado disponibilizado via ferramenta colaborativa digital

As organizações sociais são fundamentais para o desenvolvimento de projetos e demais iniciativas de melhoria da qualidade de vida. Nos centros urbanos é comum a existência de associações de moradores que, com maior ou menor empenho, buscam coordenar os moradores de determinada área para juntos encontrarem soluções para os problemas comuns ou simplesmente buscar melhorias para a sua comunidade, visando o bem-estar social. É nesse sentido que este trabalho, no contexto das tecnologias sociais, considera importante o compartilhamento das informações aqui produzidas para trazer a tona a necessidade do envolvimento das comunidades nas decisões públicas que afetam a vida e o cotidiano de todos.

Todavia, também faz-se conveniente a pesquisa acerca dos possíveis entes da sociedade que porventura se interessem pelas informações geradas. No caso de Belém, o PMSB reúne algumas das diversas organizações civis de moradores atuantes no município, que ao todo, somam 27 associações com diferentes áreas de abrangência, como bairros, vilas e conjuntos residenciais. Nesse sentido, no Quadro 1 são listadas algumas das associações de moradores existentes na cidade.

Quadro 1: Associações de moradores de Belém.

Federação Municipal das Associações de Moradores de Belém
Associação dos Moradores do Conjunto Castelo Branco
Associação de Moradores Gabriel Pimenta
Associação dos Moradores da Vila da Barca
Associação dos Moradores do Conjunto Tenoné II
Associação dos Moradores Do Bairro Do Benguí
Associação dos Moradores do Conjunto Promorar
Associação dos Moradores De Catalina
Associação de Moradores do Verdejante I II E III

Associação de Moradores Irmã Dulce
Associação de Moradores do Conjunto Bela Manoela
Associação dos Moradores do Residencial Cajueirinho
Associação dos Moradores do Conjunto Pedro Teixeira
Associação dos Moradores do Conjunto Antônio Queiroz
Associação Comunitária Residencial Tapajós
Associação dos Moradores Nossa Morada
Associação dos Moradores Carmelandia
Associação de Moradores Jardim Das Flores
Associação de Adquirentes e Moradores Alphaville
Associação dos Moradores do Bairro do Guamá
Associação de Moradores da Sacramenta
Associação de Moradores do Bairro Terra Firme
Associação de Moradores do Uchiteua
Associação do Residencial Paulo Fontelles
Associação Sociocultural dos Moradores do Conjunto Bela Vista
Associação de Moradores de Icoaraci
Associação Comunitária do Bairro Jurunas

Fonte: Adaptado de Belém (2020b).

Outras organizações importantes no contexto do saneamento básico e das tecnologias sociais são as associações de catadores de materiais recicláveis, os comitês de bacias hidrográficas, Organizações Não Governamentais (ONG's), dentre outras. Entretanto, o desenvolvimento dessas organizações ainda é incipiente na região Norte como um todo, inclusive no município de Belém e no Estado do Pará. Foi somente no ano de 2019, por exemplo, a instituição do primeiro comitê de bacia hidrográfica do Pará, mais especificamente, o comitê da bacia hidrográfica do Rio Marapanim.

Ainda no contexto das organizações civis, conforme já mencionado anteriormente, apesar de ainda não receberem o incentivo/apoio adequado das administrações públicas e da população em geral, o trabalho das cooperativas de materiais recicláveis tem sido cada vez mais impactante na capital.

No último PMSB foram catalogadas 10 organizações, entre associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis, que recebem algum tipo de subsídio da prefeitura de Belém. No Quadro 2 são listadas essas organizações.

Quadro 2: Associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis atuantes em Belém.

Cooperativa	**Bairro/Local de atuação**
Cooperativa dos Catadores de Materiais Recicláveis – CONCAVES	Condor
Associação de Catadores da Coleta Seletiva de Belém – ACCSB	Maracangalha
Associação dos Recicladores de Águas Lindas – ARAL	Maracangalha
Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis FILHOS DO SOL	Jurunas
Cooperativa Central de Icoaraci	Maracacuera
Cooperativa de Trabalho de Catadores de Materiais Recicláveis Visão Pioneira de Icoaraci – COCAVIP	Agulha
Cooperativa dos Amigos Lix – COOPALIX (AURÁ)	Águas Lindas
Cooperativa de Trabalho de Coleta Seletiva de Mosqueiro - CATAMOSQUEIRO	Ariramba
Associação dos Catadores da Ilha de Cotijuba – ASCAJUBA	Ilha de Cotijuba
Associação de Catadores da Ilha do Outeiro – ASCADOUT	Água Boa

Fonte: Adaptado de Belém (2020b).

As instituições de ensino atuantes no município de Belém também são parte fundamental da rede de agentes que podem intervir na sociedade buscando soluções para problemas das mais variadas áreas, através da produção científica e realização de projetos para as populações necessitadas, conforme alguns exemplos já abordados no decorrer deste trabalho. Desse modo, no Quadro 3 abaixo, listam-se as instituições públicas e privadas de ensino que podem não só usufruir do produto a ser disponibilizado por este trabalho, bem como aprimorar a presente pesquisa apropriando-se das informações aqui fornecidas.

Quadro 3: Principais instituições de ensino superior atuantes no município.

Instituição de ensino	**Administração**	**Bairro de localização**
Instituto Federal do Pará - IFPA	Pública	Marco
Universidade Federal do Pará - UFPA	Pública	Universitário/Guamá
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA	Pública	Universitário/Montese (Terra Firme)
Universidade do Estado do Pará - UEPA	Pública	Telégrafo/Marco
Universidade da Amazônia - UNAMA	Privada	Umarizal
Centro Universitário do Pará - CESUPA	Privada	Nazaré/Umarizal/Souza
Centro Universitário Metropolitano da Amazônia - UNIFAMAZ	Privada	Reduto
Faculdade Estácio de Sá	Privada	Nazaré

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

4.1.2.4 Disponibilização das informações geradas

A base cartográfica utilizada na pesquisa, bem como a criada por meio da aquisição de dados das diferentes fontes revisadas neste trabalho podem ser acessadas por meio do *QR Code* da Figura 19 ou utilizando o *link* abaixo:
https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1wMPbrGmv91uDMPMQHxV7exGcXAcrw4BO&usp=sharing

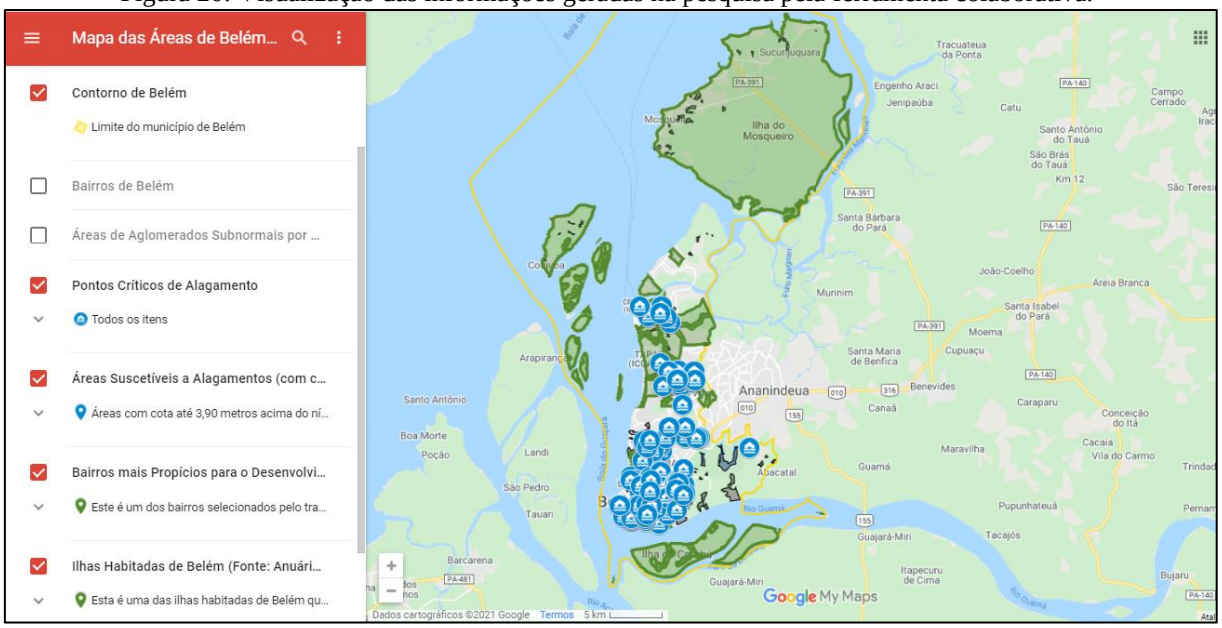
Figura 19: *QR Code* para acesso a base digital dos dados geoespaciais utilizados no trabalho.

Fonte: Criado pelo autor através de site gerador de *QR Code* “E-lemento” (2021).

Conforme elucidado na metodologia, o *link* ou o *QR Code* dará acesso a ferramenta colaborativa, onde será possível tanto a visualização dos dados geoespaciais produzidos nesta

pesquisa quanto o *download* desses dados para sua edição e aprimoramento, conforme é exibido na Figura 20.

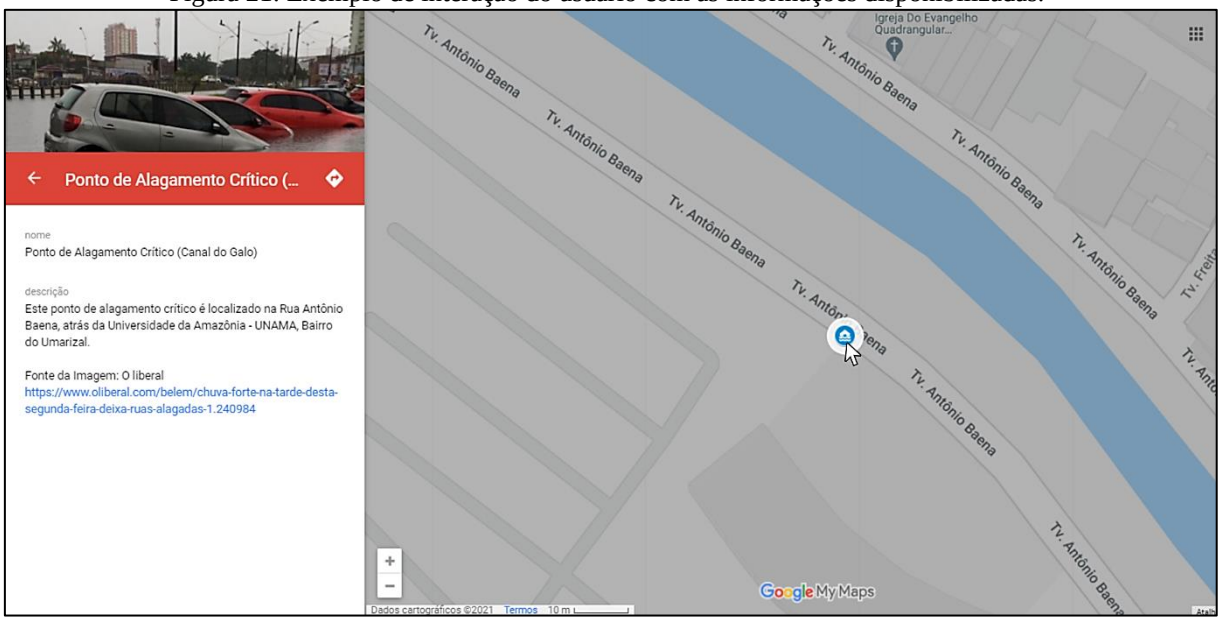
Figura 20: Visualização das informações geradas na pesquisa pela ferramenta colaborativa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A visualização das informações na ferramenta permite ainda que o usuário interaja com os dados espaciais disponibilizados, possuindo descrições adicionais para cada feição, incluindo informações sobre a localização de dado ponto ou polígono, bem como de imagens para melhor ilustração de situações, como no caso de alguns pontos de alagamento (Figura 21).

Figura 21: Exemplo de interação do usuário com as informações disponibilizadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

4.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Inicialmente é válido destacar que os resultados obtidos para o mapeamento dos déficits em saneamento tiveram maior ênfase no aspecto da drenagem urbana, devido a falta de informações espaciais que complementassem os demais aspectos do saneamento (distribuição do atendimento dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos domiciliares).

De modo geral, os resultados alcançados com o desenvolvimento da pesquisa reforçaram as informações reunidas no referencial teórico. As grandes concentrações de aglomerados subnormais encontradas nos bairros da cidade de Belém remontam a história do seu crescimento e corroboram com a visão de Ayach *et al.* (2012) quanto a estreita relação do aumento populacional acelerado e não planejado com a ocorrência de dificuldades para o provimento de serviços de saúde, habitação e saneamento básico.

Em seguida, os resultados correspondentes a situação do saneamento básico de Belém demonstram que o município ainda convive com graves problemas, como o tímido avanço na universalização do abastecimento de água, os baixíssimos índices de coleta e tratamento do esgoto sanitário, a falta de planejamento referente a destinação final dos resíduos sólidos e a grande quantidade de áreas suscetíveis a alagamentos. Esse cenário tende a fortalecer a ideia disseminada por Oliveira *et al.* (2015) referente ao potencial da tecnologia social, atrelada a educação ambiental, como uma solução amenizadora dos problemas sociais causados pelo atual saneamento básico brasileiro.

Nesse sentido, vale destacar que o uso do geoprocessamento nessa pesquisa se mostrou como uma ferramenta eficaz para a análise da situação sanitária da área de estudo, servindo inclusive de estudo preliminar para o direcionamento de recursos. Ademais, os dados especializados puderam ilustrar e endossar as informações estatísticas acerca dos problemas vividos em áreas de aglomerados subnormais, atestando o que afirma Caldo e Magalhães Filho (2014) no que tange a simplicidade, eficiência e a facilidade que o SIG traz para visualização de dados por meio de mapas temáticos e ilustrativos.

Desse modo, o mapeamento das APDTSS somente foi possível mediante o potencial das ferramentas SIG para agrupar e especializar informações complexas da superfície de modo rápido e eficaz, uma vez que os bairros indicados como mais deficitários no quesito do saneamento estão compatíveis com a realidade e as informações prévias acerca das características já conhecidas sobre essas áreas.

Não obstante, ressalta-se ainda, quanto ao último resultado obtido, a importância das ferramentas colaborativas para a disponibilização das informações às comunidades, representadas nesta pesquisa pelas organizações sociais de Belém, dentre as quais listaram-se as associações de moradores, cooperativas de materiais recicláveis e instituições de ensino superior.

Sendo assim, no contexto deste trabalho, a disponibilização dos dados geoespaciais gerados na pesquisa por meio de uma ferramenta colaborativa gratuita, acessível e de manipulação simples (G*oogle My Maps*) propõe que os interessados tenham acesso a essas informações de modo que possam apropriar-se do conhecimento acerca da situação em que se encontra o bairro ou qualquer que seja a localidade de seu interesse.

Partindo-se da ideia promovida por Bravo e Sluter (2018) de que o avanço das tecnologias da informação permitiu que indivíduos sem educação formal em cartografia sejam capazes de usar e produzir geoinformação, os dados disponibilizados por este trabalho podem promover a reivindicação de direitos sociais e o empoderamento de comunidades por meio do acesso à informação e a capacidade crítica. Todavia, de qualquer modo, vale destacar a importância das instituições de ensino na capacitação pessoal de agentes transformadores que possam, a partir da capacidade adquirida, transformar sua realidade.

Com isso, as organizações citadas, quando juntas e em apoio mútuo, tem o potencial de transformar o meio físico e social a sua volta através de ações e projetos para solução de problemas. Portanto, as organizações civis, com o auxílio de instituições capacitadoras em geotecnologia, poderiam promover a apropriação de ferramentas colaborativas de geoprocessamento como tecnologia social, a exemplo da utilizada nesta pesquisa, visando o uso das informações espaciais por comunitários para auxiliar na negociação com o poder público acerca do desenvolvimento de ações e projetos para o melhoramento da situação sanitária e de demais aspectos da qualidade de vida nas suas comunidades.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa proporcionou, por meio dos resultados obtidos, uma visão estratégica do município de Belém a respeito das áreas que, por um conjunto de características sobre o saneamento, tendem a possuir uma maior necessidade e, portanto, possível aceitabilidade de seus moradores em compreender e buscar soluções aos problemas enfrentados, construindo um ambiente propício para o desenvolvimento de tecnologias sociais.

No tocante ao problema da pesquisa, a mesma pode ser respondida positivamente, uma vez que a ferramenta colaborativa digital utilizada neste trabalho proporcionou o agrupamento de informações geoespaciais estratégicas sobre o município de Belém, com a possibilidade de visualização e aprimoramento dos dados gerados por quaisquer interessados, permitindo assim sua apropriação por comunidades e organizações sociais interessadas no desenvolvimento de tecnologias sociais em saneamento.

As hipóteses elaboradas também se confirmaram a partir dos resultados gerados, visto que foi possível a identificação das áreas propícias para o desenvolvimento de tecnologias sociais por meio do mapeamento dos déficits sanitários do município, bem como essa informação se mostrou com potencial relevante para a definição de estratégias de tecnologia social que possam mitigar os problemas de saneamento, bem como a reivindicação por direitos.

Nesse sentido, a utilização de ferramentas colaborativas para o mapeamento das APDTSS se concretiza como uma abordagem estratégica das informações de saneamento não só na definição de áreas para desenvolver tecnologias sociais, mas também no planejamento de comunicação com a população envolvida. Em outras palavras, os dados técnicos mapeados se auxiliam na conscientização e convencimento do público-alvo, promovendo ainda o empoderamento social por meio do acesso à informação. Destaca-se também que a disponibilização dos dados geoespaciais acompanha a oportuna necessidade do apoio de agentes capacitados dentro das comunidades e organizações interessadas para que os dados sejam utilizados e interpretados da melhor maneira, ressaltando assim a importância dos entes educadores na capacitação dos indivíduos inseridos nos meios sociais.

Por fim, sugere-se para pesquisas futuras a investigação das APDTSS através da associação de mais dados técnicos na análise, como a inserção das redes de água e esgoto, com a informação popular obtida dos moradores das áreas de aglomerados subnormais, além da discussão sobre as formas de abordagem das comunidades para maior interação da população nas decisões públicas e acesso à informações técnicas e espaciais de modo didático e empoderado.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri; COLI, Luis Régis. Disputas Territoriais e Disputas Cartográficas. *In*: ACSELRAD, Henri (Org.). **Cartografias Sociais e Território**. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 2008. p. 13-45.

ALMEIDA, Fernando Felipe Soares; ROCHA, Larissa Delfino Santana. **Aplicação de Sistema de Informações Geográficas para Seleção de Alternativas Locacionais Visando a implantação de Aterro Sanitário nos Municípios de Salvaterra e Soure, Ilha do Marajó-PA**. Orientador: Ivan Roberto Santos Araújo. 2018. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade da Amazônia, Campus Belém, PA, 2018.

ALVES, Claudia Durand *et al*. Análise dos processos de expansão urbana e das situações de vulnerabilidade socioambiental em escala intra-urbana. IV Encontro Nacional da ANPPAS. **Anais.** Brasília, 2008. Disponível em: http://urlib.net/rep/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/08.06.20.21. Acesso em: 10 fev. 2021.

ALVES, Eliseu; SOUZA, Geraldo da Silva; MARRA, Renner. Êxodo e sua contribuição à urbanização de 1950 a 2010. **Revista de Política Agrícola**, 2011. Disponível em: https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/61. Acesso em: 22 fev. 2021.

AUGUSTO FILHO, Oswaldo. Sistema de Informações Geográficas Aplicadas à Engenharia Ambiental. In: CALIJURI, Maria do Carmo; CUNHA, Davi Gasparini Fernandes (Org.). **Engenharia Ambiental**: conceitos, tecnologia e gestão. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2013. p. 643-667.

AYACH, Lucy Ribeiro *et al*. Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos. **Caderno de Geografia**, v. 22, n. 37, p. 47-64, 2012. Disponível em: http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/3021. Acesso em: 25 fev. 2021.

BELÉM. **Anuário Estatístico do Município de Belém**. 2020a. Belém. Secretaria Municipal de Planejamento - SEGEP. 2020. Disponível em: https://anuario.belem.pa.gov.br/. Acesso em: 15 jan. 2021.
_____. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. 2020b. Belém. Disponível em: http://pmsb-pgirs.belem.pa.gov.br/o-pmsb/. Acesso em: 16 mar. 2021.
_____. **Manual de Operação e Manutenção dos Sistemas de Saneamento Básico da Cidade de Belém**. Secretaria Municipal de Saneamento - SESAN. 2019. 385 p.

BRASIL. Lei n° 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 05 jan. 2007.
_____. Lei n° 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 02 ago. 2010.
_____. 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, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 15 jul. 2020.

BRAVO, João Vitor Meza; SLUTER, Claudia Robbi. O Mapeamento Colaborativo: seu surgimento, suas características e o funcionamento das plataformas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 11, n. 5, p. 1902-1916, dez. 2018. ISSN 1984-2295. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/236797. Acesso em: 11 jan. 2021. doi: https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.5.p1902-1916.

BRINGHENTI, Jacqueline R.; GÜNTHER, Wanda M. Risso. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, p. 421-430, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/esa/a/ tXswjvzFzYf7RKYWD6sNN7D/abstract/?lang=pt. Acesso em: 14 mar. 2021.

CALDO, Leandro de Almeida; MAGALHÃES FILHO, Fernando Jorge Corrêa. SIG aplicado ao uso de indicadores de saneamento em municípios da Bacia do Alto Paraguai. *In:* 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2014, Campo Grande. **Anais** [...]. Campo Grande: INPE, 2014. p. 485-495. Disponível em: https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/2014/cd/p77.pdf. Acesso em: 12 fev. 2021.

CAMPOS, Willam dos Santos. **Sistema de Informações Geográficas (SIG) aplicado à análise de eventos de inundação e manutenção dos canais: um estudo de caso para cidade de Belém-PA**. Orientador: Jamer Andrade da Costa. 2019. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2019. Disponível em: bdta.ufra.edu.br/jspui//handle/123456789/1441. Acesso em: 05 jan. 2021.

CARDOSO, Ana Cláudia Duarte; VICENTE, Letícia Ribeiro; OLIVEIRA, Rafaela Carolina Bulhões de. CARTOGRAFIA SOCIAL DA ILHA DE COTIJUBA–BELÉM/PA. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 26 n. 39, 2019. ISSN 2316-1752. Disponível em: http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/22714. Acesso em: 14 mar. 2021.

CGU. Controladoria Geral da União. **Relatório de Avaliação**: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – Ministério das Cidades. Brasília: CGU, 2019.

CREPALDI, Paula. Tecnologia social leva água potável e saneamento a comunidades no interior da Amazônia. **Fundação Banco do Brasil**, 17 mai. 2017. Disponível em: https://www.fbb.org.br/en/ra/conteudo/tecnologia-social-leva-agua-potavel-e-saneamento-a-comunidades-no-interior-da-amazonia. Acesso em: 28 mar. 2021.

E-LEMENTO. QR Codes Personalizados: crie, gerencie e acompanhe seus QR Codes. 2021. Disponível em: http://www.e-lemento.com/pt-br. Acesso em: 12 ago. 2021.

EMBRAPA. Dia de Campo na TV – Fossa séptica biodigestora: nova versão para áreas inundáveis. **Comunicação Transferência de Tecnologia**, Brasília, 27 fev. 2019. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/41653331/dia-de-campo-na-tv--fossa-septica-biodigestora-nova-versao-para-areas-inundaveis. Acesso em: 25 abr. 2021.

FAST, Victoria; RINNER, Claus. A systems perspective on volunteered geographic information. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 3, n. 4, p. 1278-1292, 2014. Disponível em: https://www.mdpi.com/2220-9964/3/4/1278. Acesso em: 15 mar. 2021.

FERNANDES, Alice Munz *et al*. Metodologia de pesquisa de dissertações sobre inovação: Análise bibliométrica. **Desafio Online**, v. 6, n. 1, 2018. Disponível em: https://periodicos.ufms.br/index.php/deson/article/view/3539. Acesso em: 02 jan. 2021.

GARGANO, Leonardo; FORNAZIN, Marcelo. WikiFavelas: Uma Ferramenta Colaborativa para organizações sociais. *In:* XV Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos, 2019, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: SBC, 2019. p. 74-79. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsc/article/view/7810. Acesso em: 10 abr. 2021.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de pesquisa**. 2009. Universidade Aberta do Brasil – UAB/SEAD/UFRGS, Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/52806. Acesso em: 05. jan. 2021.

GÓMEZ-BARRÓN, José-Pablo et al. Volunteered Geographic Information system design: Project and participation guidelines. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 5, n. 7, p. 108, 2016. Disponível em: https://www.mdpi.com/2220-9964/5/7/108. Acesso em: 15 mar. 2021.

IBGE. **Amazônia Legal**. Geociências. Cartas e Mapas. 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?=&t=sobre. Acesso em: 12 dez. 2020.

_____. Aglomerados Subnormais 2019: Classificação preliminar e informações de saúde para o enfrentamento à COVID-19. **Notas técnicas**. 2020a. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15788-aglomerados-subnormais.html?=&t=acesso-ao-produto. Acesso em: 10 abr. 2021.

_____. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

_____. **Belém**. Cidades. Panorama. 2020b. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/panorama. Acesso em: 10 mar. 2021.

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos.** Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br/. Acesso em: 03 mar. 2021.

ITB. **Ranking do Saneamento 2020**: 100 maiores cidades do Brasil. 2020. Disponível em: http://www.tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb /itb/ranking-do-saneamento-2020. Acesso em: 15 jan. 2020.

ITS BRASIL. **Conhecimento e Cidadania 1**: tecnologia social. 2007. Disponível em: http://itsbrasil.org.br/conheca/ publicacoes/cadernos/. Acesso em: 10 dez. 2020.

LOBO, Marco Aurélio Arbage *et al.* Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 7, p. 2119-2127, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/RjQ4Xp3HZgn4zvYWqgyMNxw/abstract/?lang=pt. Acesso em: 27 mar. 2021.

MARTINE, George; TURCHI, Lenita. A urbanização da Amazônia: realidade e significado. *In:* VI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2016, Olinda. **Anais** [...]. Olinda: ABEP, 2016, p. 159-189. Disponível em: http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article /view/459. Acesso em: 26 fev. 2021.

NADALIN, V. G.; KRAUSE, C. L.; LIMA NETO, V. C. Distribuição de aglomerados subnormais na rede urbana e nas grandes regiões brasileira. **Texto para Discussão**, Brasília, n. 2012, dezembro de 2014. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=24227:td-2012-distribuicao-de-aglomerados-subnormais-na-rede-urbana-e-nas-grandes-regioes-brasil eiras&catid=343:2014&directory=1. Acesso em: 24 mai. 2021.

OLIVEIRA, Janine Patrícia Melo *et al.* Saúde/doença: as consequências da falta de saneamento básico. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 23-29, 2015. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/view/3592. Acesso em: 25 mai. 2021.

PACHÊCO, Admilson da Penha *et al*. Sensoriamento remoto de alta resolução espacial na caracterização de assentamentos informais. **Revista de Geografia Norte Grande**, n. 57, p. 143-159, 2014. Disponível em: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022014000100010&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 10 mar. 2021.

PEREIRA JUNIOR, Clorisval; SPITZ, Rejane; HOLANDA, Giodana. Crowdmapping e Mapeamento Colaborativo em Iniciativas de Inovação Social no Brasil. *In:* XX Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital, 2016, Buenos Aires. **Anais** [...]. Buenos Aires: SIGraDI, 2016. Disponível em: https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/crowdmapping-e-mapeamento-colaborativo-em-iniciativas-de-inovao-social-no-brasil-24916. Acesso em: 16 mar. 2021.

PNUD. **O que é o IDHM.** Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. 2010. Disponível em: https://www.br.undp.org/content/brazil /pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html. Acesso em: 19 jan. 2021.

SANTOS, A. R. **Metodologia científica: a construção do conhecimento**. Rio de Janeiro: DP&A. 1999.

SANTOS, Susana Moreira. **Experiência com esporte e educação do instituto bola pra frente**: de projeto a tecnologia social. 2008. 170 p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em História Política, Bens Culturais e Projetos Sociais) - Pós-Graduação em História Política, Bens Culturais e Projetos Sociais, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/FGV_94c42782a57d3defcc7119f6da28de36. Acesso em: 25 fev. 2021.

SCHNEIDER, Eduarda Maria; FUJII, Rosangela Araujo Xavier; CORAZZA, Maria Júlia. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 569-584, 2017. Disponível em: https://editora.sepq.org.br/index.php/rpq/article/view/157. Acesso em: 17 fev. 2021.

SEBRAE. **Tecnologias Sociais**: como os negócios podem transformar comunidades. 1 ed. Cuiabá: SEBRAE, 2017. Disponível em: http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/Tecnologias-Sociais-final.pdf. Acesso em: 13 mar. 2021.

SILVA, Renilson Rodrigues da; BACHA, Carlos José Caetano. Acessibilidade e aglomerações na Região Norte do Brasil sob o enfoque da Nova Geografia Econômica. **Nova Economia**, v. 24, n. 1, p. 169-190, 2014. Disponível em: https://revistas.face.ufmg.br/index.php/novaeconomia/article/view/2604. Acesso em: 07 mar. 2021.

SILVA, Rodrigo Ferreira da *et al*. Proposta de Integração de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) em Companhias de Saneamento Básico. *In:* Congresso ABES FENASAN, 2017, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: ABES, 2017. Disponível em: https://www.saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2019/04/VI-061.pdf. Acesso em: 05 mar. 2021.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Painel de Informações sobre Saneamento 2020**. Disponível em: http://www.snis.gov.br/painel-informacoes- saneamento-brasil/web/. Acesso em: 10 fev. 2021.
_____. Diagnósticos SNIS 2019. 2020. Disponível em: http://www.snis.gov.br/diagnosticos. Acesso em: 20 mai. 2021.

SOUSA, Erika *et al.* Panorama Situacional do Serviço de Esgotamento Sanitário e sua Relação com Doenças de Veiculação Hídrica na Região Metropolitana de Belém-Pará. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 487-503, 2018. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6964. Acesso em: 20 abr. 2021.

VALADÃO, José de Arimatéia Dias; ANDRADE, Jackeline Amantino de; CORDEIRO NETO, José Raimundo. Abordagens sociotécnicas e os estudos em tecnologia social. **Revista Pretexto**, v. 15, n. 1, p. 44-61, 2014. http://revista.fumec.br/index.php/pretexto/article/view/1391. Acesso em: 18 abr. 2021.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas. 2006.

APÊNDICE A – OFÍCIO À ARBEL COM SOLICITAÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA A PESQUISA.

Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Campus Belém
Diretoria Geral

OFÍCIO Nº 262/2020/DG/*Campus* Belém/IFPA

Belém, 24 de novembro de 2020.

À Agência Reguladora Municipal de Belém - ARBEL
Coordenadoria de Água e Esgoto
Endereço: Rua Curuçá, 555 - Telégrafo Sem Fio, Belém-Pará.

Assunto: Solicitação de informações para Pesquisa Acadêmica

Senhor(a) Coordenador(a),

Ao cumprimentá-lo(a) cordialmente, servimo-nos deste para solicitar algumas informações para composição de pesquisa de monografia intitulada: "Mapeamento de Áreas Periféricas de Belém com Potencial para provimento de Tecnologia Social em Saneamento Utilizando Ferramenta Colaborativa", que vem sendo desenvolvida no curso de Pós-graduação em Tecnologia Social em Saneamento, Saúde e Ambiente na Amazônia, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA/*Campus* Belém. O autor da pesquisa é o discente Fernando Felipe Soares Almeida, graduado em Engenharia Sanitária e Ambiental, sob a orientação do Prof. Dr. Valdinei Mendes da Silva e da Prof. M.Sc. Jaqueline Maria Soares da Silva.

Desse modo, listam-se abaixo as informações respeitosamente aqui solicitadas, que visam única e exclusivamente o enriquecimento da pesquisa para contribuir com um novo olhar e novas ideias sobre o futuro do saneamento básico de nossa capital:

1. Representação espacial georreferenciada da extensão das redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de Belém;

2. Representação espacial georreferenciada do zoneamento do plano diretor;

3. Delimitação das bacias hidrográficas;

4. Delimitação dos distritos;

5. Delimitação das áreas subnormais de Belém;

6. Delimitação das ações governamentais de projetos em execução (se houver);

7. Representação espacial das cotas altimétricas do município de Belém.

Obs. Solicitamos o envio dos arquivos preferencialmente nos formatos Shapefile e DWG. Ressalta-se que caso não se faça possível o envio de todas as informações solicitadas, serão muito bem aceitas as que forem possíveis.

Os e-mails para compartilhamento das informações são:
Fernando Almeida <f.felipe1101@gmail.com>
Valdinei Mendes <valdinei.silva@ifpa.edu.br>

Sem mais para o momento, desde já agradecemos pela atenção e presteza em colaborar com o desenvolvimento da pesquisa em nossa instituição. Em sendo necessário mais esclarecimentos, disponibilizamos o contato da coordenação do curso <tec.saneamento@ufpa.edu.br>

Atenciosamente,

Raimundo Otoni Melo Figueiredo:28249933249
Assinado de forma digital por Raimundo Otoni Melo Figueiredo:28249933249
Dados: 2020.11.26 09:26:35 -03'00'

RAIMUNDO OTONI MELO FIGUEIREDO
Diretor Geral do *Campus* Belém/IFPA
Portaria Nº 1745/2019/GAB.

Avenida Almirante Barroso, 1155 – Marco, Belém/PA – CEP 66.093-032
Telefone: (91) 3201-1701*E-mail:* gabinete.belem@ifpa.edu.br