



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

LUIZ GONZAGA DE SOUZA PENHA

**SIG ANALYTICS: UMA PLATAFORMA DE DADOS
GEORREFERENCIADOS DE APOIO AO PLANEJAMENTO E
GESTÃO DA EDUCAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS**

SÃO LUÍS - MA
2021

LUIZ GONZAGA DE SOUZA PENHA

**SIG ANALYTICS: UMA PLATAFORMA DE DADOS
GEORREFERENCIADOS DE APOIO AO PLANEJAMENTO E
GESTÃO DA EDUCAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS**

Monografia apresentada ao curso de Ciências da Computação da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Francisco José da Silva e Silva

SÃO LUÍS - MA
2021

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

PENHA, LUIZ GONZAGA DE SOUZA.

SIG ANALYTICS : UMA PLATAFORMA DE DADOS
GEORREFERENCIADOS DE APOIO AO PLANEJAMENTO E GESTÃO DA
EDUCAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS / LUIZ GONZAGA DE
SOUZA PENHA. - 2021.

56 f.

Orientador(a): Francisco José da Silva e Silva.
Monografia (Graduação) - Curso de Ciência da
Computação, Universidade Federal do Maranhão, São Luís -
MA, 2021.

1. Cidades inteligentes. 2. Educação. 3. Software de
gestão. I. Silva, Francisco José da Silva e. II. Título.

LUIZ GONZAGA DE SOUZA PENHA

**SIG ANALYTICS: UMA PLATAFORMA DE DADOS
GEORREFERENCIADOS DE APOIO AO PLANEJAMENTO E GESTÃO
DA EDUCAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS**

Monografia apresentada ao curso de Ciências da Computação da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Trabalho aprovado em

Prof. Dr. Francisco José da Silva e Silva
Orientador
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Luciano Reis Coutinho
Membro da Banca Examinadora
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Davi Viana dos Santos
Membro da Banca Examinadora
Universidade Federal do Maranhão

SÃO LUÍS - MA
2021

Dedico este trabalho primeiramente à Deus, pelo dom da vida, aos meus pais, exemplos de amor, carinho, e perseverança, e a minha esposa, obrigado pelo incentivo, paciência e apoio na minha jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem ele eu nada seria, obrigado por iluminar meu caminho e me ajudar a ultrapassar os obstáculos da minha jornada acadêmica.

Aos meus pais Zenita Penha e Luiz Gonzaga Penha que sempre incentivaram meus estudos, e apoiaram quando decidi cursar este curso mesmo em meio às dificuldades de mudar para outro Estado sem a mínima condição, me apoiaram e ajudaram todos os anos de minha faculdade, sem esse apoio jamais seria possível sair de Belém-PA e hoje finalizar este curso em São Luís-MA.

Meu agradecimento especial a minha avó Rosa Mística, que hoje nos braços do Pai olha por mim, obrigado por todo carinho e por sempre acreditar que eu ia conseguir. As minhas irmãs Flávia e Danielle pelo apoio incondicional, pelas oportunidades de aprendizagem e troca de experiências.

A minha esposa, Denise Penha, pelo cuidado de sempre me manter com a cabeça no lugar para não desistir, pela ajuda neste e em outros trabalhos ao longo da minha formação, por ser minha companheira e ombro amigo em todos os momentos, nada teria dado certo se não fosse sua garra e persistência em caminhar lado a lado, que em meio à solidão dessa escrita, nunca me deixou esquecer que não estou sozinho.

Aos professores pelas correções e ensinamentos que possibilitaram minha preparação para os desafios futuros, em especial ao meu orientador, Professor Dr. Francisco José pela paciência, por estar sempre disposto a esclarecer dúvidas e ajudar na finalização de mais esta etapa em minha vida, obrigado por abraçar esse projeto e me fazer acreditar que era possível.

Aos amigos e colegas, que sempre estiveram ao meu lado nas aulas e desafios do curso de Ciências da Computação. Ao Lucas Alves por cada momento de descontração e por todos os projetos que trilhamos ao longo da nossa formação, cada um deles colaborou significativamente para o nosso crescimento profissional. E um agradecimento especial ao meu amigo Weldson Amaral pelo incentivo, pelas risadas e mesmo sem saber, por não me deixar desistir nos momentos de maior dificuldade, muito obrigado.

Enfim, meu sincero agradecimento a todos que contribuíram para que este resultado fosse alcançado.

RESUMO

Uma Cidade Inteligente ou 'smart city' caracteriza-se por ser um ecossistema urbano inovador baseado no uso generalizado de inovação e tecnologia na gestão de seus recursos de forma equilibrada e integradas à infraestrutura urbana tradicional para melhor realizar a visão de futuro da cidade e assim garantir a evolução dos sistemas e dos serviços sociais. Para consolidação destes conceitos em São Luís no Estado do Maranhão este trabalho traz uma abordagem tecnológica e inovadora que seja referência como a primeira Plataforma de Análise de Dados Educacionais do Estado, apresentando dados oficiais da educação do município de forma estruturada e de fácil acesso por meio de dashboards (painéis) e mapas com informações georreferenciadas que auxiliem a tomada de decisão da gestão e transparência de dados ao cidadão.

Palavras-chave: Cidades inteligentes. Educação. Software de gestão

ABSTRACT

A Smart City or 'smart city' is characterized by being an innovative urban ecosystem based on the widespread use of innovation and technology in the management of its resources in a balanced way and integrated with traditional urban infrastructure to better realize the city's vision of the future and thus ensure the evolution of social systems and services. To consolidate these concepts in São Luís in the State of Maranhão, this work brings a technological and innovative approach that is a reference as the first Educational Data Analysis Platform in the State, presenting official data on education in the municipality in a structured and easily accessible way. dashboards (dashboards) and maps with geo-referenced information that assist in decision-making in the management and transparency of data to the citizen.

Keywords: Smart cities. Education. Management software

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Expressões relacionadas a cidades inteligentes.....	20
Figura 2	Iniciativas de cidades inteligentes ao redor do mundo.....	21
Figura 3	Níveis de Certificação do WWCD.....	22
Figura 4	Pontuação e Classificação Geral da Cidade em relação a ODS	30
Figura 5	Avanços da cidade por ODS.....	31
Figura 6	Indicadores ODS 4	32
Figura 7	Indicador de acesso à internet nas escolas em São Luís.....	33
Figura 8	Despesa Municipal com Educação.....	35
Figura 9	Indicadores de educação do Município.....	35
Figura 10	Posição da cidade de São Luís no Ranking Educação.....	36
Figura 11	Diagrama de Caso de Uso Geral.....	44
Figura 12	Diagrama Local para Nova Escola.....	45
Figura 13	Diagrama Abrangência Unidade Escolar.....	46
Figura 14	Diagrama Distância UEB x Aluno.....	46
Figura 15	Diagrama Dashboards.....	48
Figura 16	Diagrama Gerenciar Configurações.....	48
Figura 17	Diagrama ER Cadastro de Usuários	49
Figura 18	Tela Inicial com filtros específicos	50
Figura 19	Filtro de Densidade e Renda por domicílio.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Cidades Mais Inteligentes do Mundo.....	22
Quadro 2	Cidades Mais Inteligentes do Brasil Ranking Geral.....	24
Quadro 3	Cidades Mais Inteligentes do Brasil Ranking Educação.....	25
Quadro 4	Número de vagas e inscritos da educação superior.....	34
Quadro 5	Requisito Funcional de Gerenciamento de usuários.....	38
Quadro 6	Requisito Funcional de Gerenciamento de shapefiles.....	38
Quadro 7	Requisito Funcional de Local para uma Nova Escola.....	39
Quadro 8	Requisito Funcional de Abrangência das unidades escolares	39
Quadro 9	Requisito Funcional de Distância UEB x Aluno.....	39
Quadro 10	Requisito Funcional Dashboards.....	40
Quadro 11	Requisitos não Funcionais de Segurança.....	40
Quadro 12	Requisitos não Funcionais de Interoperabilidade	41
Quadro 13	Requisitos não Funcionais de Confiabilidade.....	41
Quadro 14	Requisitos não Funcionais de Usabilidade.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ISO	International Organization for Standardization
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IOT	Internet das coisas
WCCD	World Council on City Data
SEMISPE	Secretaria Municipal de Inovação, Sustentabilidade e Projetos
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
IDSC	Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades - Brasil

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Motivação	15
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 Metodologia	16
1.4 Organização do Trabalho	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.2 Demonstrativo de Dados - RANKINGS E ISO	21
2.3 Cidades Inteligentes no Brasil	23
2.4 Dados Educacionais do Município de São Luís - MA	27
3. SISTEMA PROPOSTO	37
3.1 Escopo	37
3.2 Requisitos	37
3.2.1 Requisitos Funcionais	38
3.2.1.1 Gerenciar Usuário	38
3.2.1.2 Gerenciar Shapefiles	38
3.2.1.3 Local para Nova Escola	39
3.2.1.4 Abrangência das Unidades Escolares	39
3.2.1.5 Distância Unidade educação básica para residência de aluno	39
3.2.1.6 Dashboards	40
3.2.2 Requisitos Não Funcionais	40
3.4 Tecnologias	41
3.4.1 Javascript	41
3.4.2 Framework React JS	42
3.4.3 Node JS	42
3.4.4 Biblioteca leaflet	42
3.4.5 Biblioteca chart.JS	42
3.4.6 Banco de dados Mysql	42
3.5 Fonte de dados	43
4. ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO	44
4.1 Diagramas UML	44
4.2 Protótipos de Telas	49
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
5.1 Respectiva do Trabalho	52
5.2 Avaliação do Trabalho	52
5.3 Trabalho Futuros	53
REFERÊNCIAS	55

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o processo de urbanização acelerada tem trazido diversas consequências aos grandes centros urbanos como poluição excessiva, degradação ambiental, congestionamentos, desigualdade social, violência e deficiência no acesso a bens educacionais e culturais, dentro deste contexto o termo cidades inteligentes tem sido utilizado para mitigar as dificuldades destes grandes centros aliando a tecnologia cognitiva e sensitiva na tentativa de facilitar o gerenciamento dos serviços de infraestrutura das cidades maximizando a performance dos serviços que são oferecidos à sociedade.

Do ponto de vista tecnológico trata-se de integrar a infraestrutura de cidades onde há uma criticidade em termos de comunicação, estradas, sistemas de transporte energia entre outras, ou otimizar e ajudar no planejamento, maximização e melhoria de performance em diversos setores, bem como sustentabilidade e educação podendo fornecer dados georreferenciados que servem para subsidiar tomadas de decisão com informações confiáveis aos cidadãos.

Na Europa, por exemplo, estes conceitos têm se tornado cada vez mais robustos, tanto que as principais cidades inteligentes da atualidade são Europeias como por exemplo Londres, Amsterdã e Paris, mas outros continentes também estão figurando recentemente como grandes exemplos de *smart city* como Nova Iorque, Tóquio e Cingapura, mas já é possível observar alguns dos conceitos aplicados em cidades Brasileiras como Curitiba, Porto Alegre e Rio de Janeiro que tem avançado na questão de infraestrutura e serviços com uso de tecnologia, o que as deixa bem promissoras em se tornarem referência nacionais na questão das chamadas *smart cities* globais.

No Brasil é possível destacar a cidade de Curitiba que tem se tornado referência no quesito sustentabilidade, pois tem buscado políticas de valorização ao meio ambiente, com diversos programas de coleta seletiva, reciclagem e a utilização de veículos híbridos que funcionam a base de biocombustível e que não agridem o meio ambiente. Com essas práticas a cidade tem alcançado índices consideráveis, ocupando o 3º lugar no ranking das cidades mais inteligentes do Brasil de acordo com a plataforma Urban Systems.

Desta forma, devido à tendência de busca por práticas que tornem a cidade mais inteligente, a proposta deste trabalho atua como um pilar fundamental do ponto de vista dos índices educacionais que facilitem a tomada de decisão da gestão e ao mesmo tempo forneça informação de qualidade e de fácil acesso à população ao propor a criação de uma plataforma de análise de dados públicos sobre a educação do município de São Luís que viabilize uma análise integrada por meio de uma correlação de dados educacionais.

A primeira parte deste trabalho engloba a fundamentação teórica com discussão sobre os diversos autores que conceituam cidades inteligentes, bem como, exemplos pelo mundo, no Brasil e alguns passos para essa prática no município de São Luís. Na sequência os demais tópicos apresentam uma descrição detalhada do sistema proposto, das tecnologias utilizadas, dos requisitos como aspectos de implementação.

1.1 Motivação

Atualmente a vertente da educação tem sido uma das bases utilizadas para a implementação de uma *smart city* e a proposta de desenvolvimento nesta área muito tem a ver com o engajamento dos alunos, professores e das entidades sejam elas públicas ou privadas voltadas para o uso da tecnologia e otimização de processos para o uso e bem coletivo.

É muito comum associar o termo cidades inteligentes ou *smart cities* com a quarta revolução industrial isso porque as *smart factories* é um modelo de produção industrial baseados em sistemas inteligentes e conectados, chamados de IoT (Internet das coisas) que realizam interconexões entre objetos através da internet sejam por sensores, softwares ou outras tecnologias e a partir desta conectividade auxiliam no compartilhamento de dados para diversas finalidades, o mesmo se aplica para as cidades inteligentes pois acrescenta ao meio urbano justamente esta conectividade de software e hardware aplicando o uso intensivo destes dispositivos.

Uma cidade inteligente seja na área de mobilidade urbana, ou seja em outras áreas como educação, precisa atingir alguns indicadores e aspectos como constam na norma ISO 37120/201, trata-se de um normativo que monitora o progresso das cidades em busca de atingir índices de desenvolvimento capaz de

mensurar serviços urbanos e qualidade de vida, este normativo possui quase 140 indicadores divididos em categorias e abrangendo diversos aspectos relacionados às cidades.

E é com o intuito de abranger o conceito de cidades inteligentes no município de São Luís, promovendo diálogo direto com a norma ISO 37120/201 é que surge a proposta deste trabalho que visa promover práticas tecnológicas na área da educação e assim, conectar sistemas e pessoas trazendo uma abordagem inovadora que seja referência para então se consolidar como a primeira Plataforma de análise de dados educacionais do Estado.

Com a utilização desta plataforma a gestão terá uma canal efetivo para usar no planejamento de projetos que viabilizem uma aproximação, compreendendo a população e suas necessidades voltadas para a questão educacional, além de abordar outros pontos que podem ser integrados para além da educação em si.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma Plataforma de análise de dados públicos sobre a educação do município de São Luís que viabilize uma análise integrada por meio de uma correlação de dados educacionais.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar dados oficiais da educação do município de forma estruturada e de fácil acesso por meio de dashboards (painéis) e mapas com informações georreferenciadas;
- Subsidiar a tomada de decisão no âmbito da política pública municipal da educação de São Luís;
- Disponibilizar informações sobre a educação do município aos cidadãos.

1.3 Metodologia

A metodologia de pesquisa empregada na elaboração deste trabalho de graduação será a pesquisa de Revisão Bibliográfica, os períodos de pesquisa terão foco na última década, o foco estará nas evoluções recentes relacionadas ao conteúdo de dados georreferenciados que através de desenvolvimentos de software irá auxiliar no processo de gerenciamento e gestão de dados educacionais que proporcionam conectividade das entidades com a população em geral, como material de apoio dessa referência serão consultados artigos científicos, sites de busca confiáveis, revistas e livros de autores com determinada relevância além de dissertações da comunidade acadêmica.

Dentre os materiais de apoio para pesquisa bibliográfica e mapeamento dos dados municipais, destaca-se a Secretaria Municipal de Inovação, Sustentabilidade e Projetos (SEMISPE), responsável pelo gerenciamento de informações e projetos para construção de uma cidade inteligente.

1.4 Organização do Trabalho

A organização deste trabalho está dividida em quatro capítulos além do trecho relativo às conclusões desta pesquisa, sendo que o capítulo um contextualiza os termos relacionados às cidades inteligentes, bem como os motivos e objetivos pelos quais se viabilizou este trabalho de graduação.

Um segundo capítulo de pesquisa bibliográfica sobre cidades inteligentes e plataformas de softwares capaz de integrar dados educacionais para planejamento e monitoramento, além de integrar cidadãos e governos.

O terceiro capítulo propõe a criação de uma plataforma de georreferenciamento de dados educacionais para o município de São Luís de modo a tentar viabilizar uma aquisição futura desta cidade e transformá-la em referência nacional quando o assunto for planejamento e gestão da educação, apresentando os requisitos e a arquitetura geral da plataforma.

O capítulo seguinte descreve alguns aspectos estáticos e dinâmicos, além de apresentar diagramas UML e uma visão do sistema em termos de telas e funcionalidades.

O quinto e último capítulo apresenta uma descrição das considerações finais elencando aspectos da plataforma Sig Analytics e seus benefícios de

mapeamento de dados capaz de proporcionar a integração de tecnologia e cidadão, aproximando a prefeitura das necessidades da população ludovicense.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Cidades Inteligentes no Mundo

Segundo OLIVEIRA (2021), o conceito de cidades inteligentes ou *smart cities* tem se expandido ao redor do mundo de maneira significativa desde os anos 90, mas se popularizou nos últimos anos pois houve uma evolução nos critérios que definem e mensuram o quão preparadas as cidades estão para esta nova tendência e como o uso da tecnologia para gerir pessoas e sistemas tem contribuído para elevar os parâmetros de infraestrutura exigidos para implementação destas diretrizes e para melhoria dos padrões autossustentáveis ao redor do mundo.

Para WASHBURN (2010), para uma cidade ser considerada inteligente ela precisa usar tecnologias chamadas de *smart computing* que vão integrar desde dados de infraestrutura até informações sobre educação, saúde e segurança pública de forma eficiente e conectada.

Para MEYER, ULFERTS, HOWARD (2011), as tecnologias da informação e comunicação (TIC) assumem papel fundamental neste processo de desenvolvimento das smart cities pois encurtam as distâncias da população e o poder público seja através de serviços eletrônicos via internet ou monitoramento de dados.

De acordo com TOMORDY (2011), o conceito de IoT (internet das coisas) pode ser associado com a TICs para desenvolver projetos integradores que contam com a colaboração dos cidadãos, o autor cita Londres que a partir de uma rede de sensores conseguiu monitorar e reduzir em torno de 30% as emissões de carbono e tudo isso em tempo real graças a integração destes projetos.

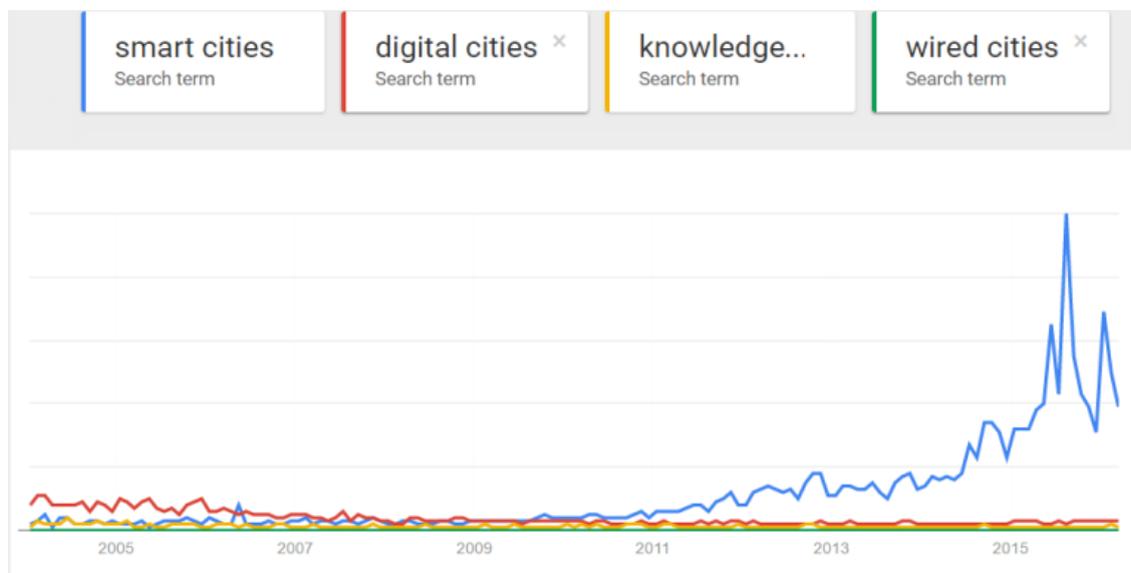
Segundo PALLOT (2011), as cidades inteligentes serão as que deixarão de ser prestadoras de serviço para atuarem em plataformas que podem oferecer além de serviços demandas dos cidadãos.

Segundo KOMNINOS (2008), as principais problemáticas das grandes cidades se diferenciam-se por suas características como tamanho, vocação, região, mas outras características que desencadeiam problemas significativos têm características em comum como transporte, educação, emprego e saúde, para

estes casos a globalização e a rede de inovação baseia-se no uso deliberado das tecnologias da informação e por este motivo é necessário desenvolver a sustentabilidade urbana.

Segundo PAROUTIS (2014), com a recessão econômica de 2008 grandes empresas de TI começaram um movimento para reconfigurar suas competências e começou-se uma tendência de personalização de serviços. Alguns autores consideram outras expressões para se referir as cidades inteligentes de acordo com COCCIA (2014), a expressão Cidade do Conhecimento é muito utilizada para temas relacionados à Educação (objeto do nosso estudo), mas também há profissionais de TI que relacionam estas expressões para cidades conectadas ou digitais, a seguir a figura 1 demonstra as buscas feitas pelos temas na Google Trends o que deixa claro que há diversas óticas e as expressões se adaptam a aplicação das cidades com a conectividade do serviço oferecido.

Figura 1: Expressões relacionadas a cidades inteligentes



Fonte: CSBC 2016

Segundo KON e SANTANA (2016), quanto aos projetos e iniciativas espalhadas ao redor do mundo há na literatura dados que reiteram que os desenvolvimentos estão nas cidades mais desenvolvidas como mostra a figura 2 a seguir:

Figura 2: Iniciativas de cidades inteligentes ao redor do mundo



Fonte: CSBC 2016

De acordo com KON e SANTANA (2016), há uma concentração de projetos na Europa e nos Estados Unidos, já em relação à América do Sul o Brasil é um dos primeiros países a desenvolver estes conceitos e aplicar, principalmente com índices voltados para sustentabilidade, a educação, e mobilidade urbana.

2.2 Demonstrativo de Dados - RANKINGS E ISO

A Norma Técnica ABNT ISO 37120 (2021) - Indicadores para Serviços e Qualidade de vida, se subdivide nas ISO 37122 – Indicadores Para cidades Inteligentes e ISO 37123 – Indicadores para Cidades Resilientes. Essa família de normas pode ser utilizada em qualquer cidade, independente da sua extensão territorial, população e nível hierárquico, desde que o governo local seja comprometido em medir o seu desempenho de forma verificável e comparável.

O desempenho das cidades é normalmente medido por um conjunto de indicadores municipais que se estruturam por eixos temáticos. Dentre estes, estão a prestação de contas, o ambiente de negócios, a qualidade de vida e o potencial de desenvolvimento sustentável da cidade. Os indicadores estão relacionados, entre outros, a setores como economia, educação, energia, meio ambiente, governança, finanças, saúde, esportes e lazer, transportes, telecomunicações e inovação e planejamento urbano.

De acordo com a WCCD (2018), há diversos níveis de certificação que são monitorados pelas plataformas de dados de sustentabilidade, os indicadores ISO são registrados no Global Cities Registry TM e são qualificados como representa a figura 3.

Figura 3: Níveis de Certificação do WWCD



Fonte: WWCD (2018)

De acordo com SOUZA (2018), se olharmos a nível mundial a diferença dos resultados atrelados ao nível de integração destes sistemas e plataformas temos um ranking mundial predominantemente Americano com algumas cidades Europeias em destaque conforme quadro a seguir:

Quadro 1: Cidades mais inteligentes do mundo

Posição	Cidade	Pontos
1º	Nova Iorque (US)	100,00
2º	Londres (UK)	99,65
3º	Paris (FR)	92,89
4º	São Francisco (US)	92,41
5º	Boston (US)	91,68
6º	Amsterdan (NL)	90,32
7º	Chicago (US)	90,23

Fonte: Adaptado de *IESE Cities In Motion*, 2015.

Importante ressaltar aqui que essas cidades classificadas como as mais inteligentes do mundo, consideram a tecnologia como fator decisivo para a cidade ser considerada inteligente, questão já discutida em muitos grupos, colocando-a atualmente em seu devido lugar, como ferramenta ou instrumento do

desenvolvimento da cidade, à serviço das necessidades de seus habitantes, e não o contrário.

Segundo BULHÕES (2021), quando uma cidade utiliza da tecnologia para conectar pessoas e serviços através das tendências de IoT, conectividade, *cloud*, gamificação, *blockchain* e realidade virtual ele propõe uma nova forma de melhorar a qualidade de vida das pessoas, preservação do meio ambiente, educação e mobilidade urbana, desta forma o município em questão estará no caminho para se tornar uma cidade inteligente fazendo uso público destas ferramentas e formatando sua estratégia de utilização com a devida infraestrutura que permita que grandes cidades estejam dentro de critérios estabelecidos para *smart cities*.

2.3 Cidades Inteligentes no Brasil

No Brasil temos algumas plataformas especializadas em fazer o levantamento dos dados e analisar indicadores que classificam as cidades inteligentes elencando diversas características, um exemplo desse tipo de plataforma é o Ranking Connected Smart Cities que é um estudo desenvolvido pela Urban Systems para o evento homônimo, idealizado pela Urban Systems e pela Necta e realizado desde 2015, que cria uma plataforma de discussão e negócios sobre o de Cidades Inteligentes. Com 7 publicações já realizadas, com versões de 2015 a 2021, o Ranking Connected Smart Cities é um esforço da Urban Systems no entendimento e definição dos indicadores que apontem o estágio das cidades brasileiras para o seu desenvolvimento inteligente, sustentável e humano.

O Ranking é composto por 11 eixos temáticos norteados pela ISO 37122 e incluindo em seu escopo 75 indicadores. A saber os eixos temáticos englobam mobilidade, urbanismo, meio ambiente, tecnologia e inovação, economia, educação, saúde, segurança, empreendedorismo, governança e energia. Com base nesses indicadores o ranking mais atual publicado pela Urban Systems classifica a cidade de São Paulo em primeiro lugar como a cidade mais inteligente

do Brasil, levando em consideração cidades com mais de 500 mil habitantes conforme o quadro a seguir:

Quadro 2: Cidades mais inteligentes do Brasil no ranking Geral

Ranking Geral 					
Posição	UF	Município	Nota	Porte	Região
1	SP	São Paulo	37,584	Mais de 500 mil	Sudeste
2	SC	Florianópolis	37,385	Mais de 500 mil	Sul
3	PR	Curitiba	37,375	Mais de 500 mil	Sul
4	DF	Brasília	37,314	Mais de 500 mil	Centro-Oeste
5	ES	Vitória	37,182	100 a 500 mil	Sudeste
6	SP	São Caetano do Sul	36,942	100 a 500 mil	Sudeste
7	RJ	Rio de Janeiro	36,907	Mais de 500 mil	Sudeste
8	SP	Campinas	36,389	Mais de 500 mil	Sudeste
9	RJ	Niterói	36,309	Mais de 500 mil	Sudeste
10	BA	Salvador	36,187	Mais de 500 mil	Nordeste
11	SP	Barueri	36,147	100 a 500 mil	Sudeste
12	SC	Balneário Camboriú	35,975	100 a 500 mil	Sul
13	MS	Campo Grande	35,537	Mais de 500 mil	Centro-Oeste
14	SP	Santos	35,506	100 a 500 mil	Sudeste
15	MG	Belo Horizonte	35,075	Mais de 500 mil	Sudeste

Fonte: Urban Systems, 2021

De acordo com o estudo, a capital paulista se destacou na conectividade com velocidade média de 93,7 Mbps em banda larga e cobertura 4G para 99,8% da população. Outros pontos de destaque são: existência de cadastro imobiliário informatizado, georreferenciado e disponibilizado aos cidadãos; agendamento online de consulta na rede pública de saúde, Centro de Controle e Operações (de segurança); independência de empregos do setor público de 85%; e crescimento do número de empregos de 7,68% em 2021. São Paulo se sobressai ainda em Mobilidade e Acessibilidade, principalmente pela diversidade de modais existentes, e por ser uma das primeiras cidades brasileiras a implantar o bilhete eletrônico no transporte público que permite pagamento com PIX.

A capital é uma das primeiras cidades a contar com semáforos inteligentes para que haja um trânsito mais fluido, com mais de 600 km de ciclovias, com uma relação de 5,53 quilômetros de ciclovia por habitante. A frota de veículos de baixa

emissão passou de 0,06% para 0,1% do total, o que corresponde a quase 10 mil veículos. A cidade apresenta ainda 100% da população urbana atendida com acesso a água, 97% com acesso a esgoto, 99,1% com coleta de resíduos sólidos.

De modo geral no âmbito educacional há uma grande dificuldade de integrar dados oriundos de sistemas públicos para gerenciamento de dados educacionais por meio de georreferenciamento, neste sentido surgiram algumas plataformas que buscam a integração destes dados como a plataforma Smart Geo Layers (SGEOL) que foi recentemente reconhecida com um registro de propriedade intelectual para cidades inteligentes, plataforma derivada de uma necessidade de integração de dados da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (Semurb) de Natal (Rio Grande do Norte).

Nos aspectos educacionais de acordo com o ranking, a cidade de Vitória no Espírito Santo se classifica como a cidade mais inteligente do Brasil na faixa de 100 a 500 mil habitantes, conforme quadro abaixo:

Quadro 3:Cidades mais inteligentes do Brasil no ranking Educação

Ranking Geral: Educação 						
Posição	UF	Município	Nota	Porte	Região	
1	ES	Vitória	6,720	100 a 500 mil	Sudeste	
2	SP	São Caetano do Sul	6,703	100 a 500 mil	Sudeste	
3	GO	Mineiros	6,694	50 a 100 mil	Centro-Oeste	
4	PA	Breves	6,638	100 a 500 mil	Norte	
5	SC	Florianópolis	6,598	Mais de 500 mil	Sul	
6	MG	Viçosa	6,369	50 a 100 mil	Sudeste	
7	RS	Santa Maria	6,335	100 a 500 mil	Sul	
8	MG	Ouro Preto	6,316	50 a 100 mil	Sudeste	
9	SP	Valinhos	6,289	100 a 500 mil	Sudeste	
10	TO	Palmas	6,232	100 a 500 mil	Norte	
11	RJ	Niterói	6,212	Mais de 500 mil	Sudeste	
12	CE	Morada Nova	6,137	50 a 100 mil	Nordeste	
13	ES	Colatina	6,110	100 a 500 mil	Sudeste	
14	BA	Brumado	6,099	50 a 100 mil	Nordeste	
15	ES	Nova Venécia	6,086	50 a 100 mil	Sudeste	

Fonte: Urban Systems, 2021

Entre os critérios que fizeram a cidade alcançar o primeiro lugar, estão: Contar com matrícula escolar na rede pública online; o Sistema de Gestão

Escolar (SGE); a média de 24,3 estudantes, em média, por turma no ensino fundamental público; além da cidade possuir um dos maiores investimentos municipais per capita em educação superior a R\$ 1 mil por habitante.

Importante destacar que o conceito de cidades inteligentes utilizado pela Connected Smart Cities (Urban Systems) é uma adaptação de instituições internacionais que atuam no monitoramento dos rankings de grandes cidades, no entanto, para o Brasil é realizada uma adaptação baseado na ISO 37122 levando em consideração alguns eixos propostos pela ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - Agenda 2030 da ONU).

Cidades pelo mundo apresentam diferentes estágios de desenvolvimento econômico e urbano, e algumas questões que são consideradas solucionadas em países desenvolvidos, aqui no Brasil ainda estão aquém dos padrões mínimos aceitáveis, principalmente quando pensamos em questões atreladas ao básico (saneamento, por exemplo), como imprescindíveis para permitir que uma cidade atinja um grau de cidade inteligente, e quando passamos para o cenário nacional encontramos diversas cidades, capitais inclusive em que é necessário solucionar questões de desigualdades, educação, bem-estar, saneamento e acesso a água.

Outra plataforma referência no mapeamento das cidades inteligentes no Brasil é disponibilizada pelo Instituto Cidades Inteligentes que atua com o objetivo de mobilizar, sensibilizar e comprometer a sociedade e o poder público para um desenvolvimento justo e sustentável das cidades brasileiras. Esse Instituto por meio do Programa Cidades Sustentáveis fornece monitoramento de dados com parâmetros que ajudam as cidades brasileiras a se desenvolverem de forma econômica, social e ambientalmente sustentável, de modo que os gestores públicos tenham uma agenda completa de sustentabilidade, com conjunto de indicadores e banco de boas práticas.

O Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades - Brasil (IDSC-BR) é uma ferramenta para estimular e monitorar o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em diversas cidades brasileiras. Elaborado com base em mais de 80 indicadores, o índice atribui, para cada município, uma pontuação específica por objetivo e outra, a pontuação final de classificação das cidades, para o conjunto dos 17 ODS, para então mobilizar uma transformação

efetiva nas cidades brasileiras, orientando a ação política municipal a definir referências e metas com base em indicadores de gestão.

2.4 Dados Educacionais do Município de São Luís - MA

De acordo com a Carta Brasileira de Cidades Inteligentes (2020), uma cidade inteligente precisa dialogar com a complexidade e particularidade territorial, buscando indicadores que de fato sejam passíveis de serem alcançados, concretizando assim melhorias na sociedade.

A Carta define que as cidades inteligentes devem ser comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentáveis, em seus aspectos econômico, ambiental e sociocultural, atuando de forma planejada, inovadora, inclusiva e em rede, que promovam o letramento digital, a governança e a gestão colaborativas e utilizem tecnologias para solucionar problemas concretos, criar oportunidades, oferecer serviços com eficiência, reduzir desigualdades, aumentar a resiliência e melhorar a qualidade de vida das pessoas, garantindo o uso seguro e responsável de dados e das tecnologias da informação e comunicação.

O Eixo específico da Educação que é o objeto deste estudo, reúne indicadores, cuja análise pode gerar diagnósticos que serão úteis para o desenvolvimento de ações estratégicas pela gestão pública. Uma das diretrizes da Carta Brasileira de Cidades Inteligentes busca promover educação e inclusão digital. Portanto, as ações da gestão pública devem impulsionar e promover ações que estimulem continuamente a formação cidadã e o letramento digital.

A Agenda 2030 busca assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos, é o que estabelece o ODS 4 - Educação de Qualidade, em que trata como fundamental a promoção de uma educação inclusiva, igualitária e baseada nos princípios dos direitos humanos e do desenvolvimento sustentável. Em uma de suas metas, a ODS 4 propõe até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos,

igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não-violência, cidadania global, e valorização da diversidade cultural e a contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável.

Diante da complexidade e particularidade territorial do município de São Luís, os indicadores para tornar São Luís uma cidade inteligente leva em consideração o estágio de maturidade da cidade, características territoriais socioeconômicas e problemas estruturais da cidade, para então considerar o uso da tecnologia (TIC's), aspectos do capital humano e social no desenvolvimento da cidade para alcançar a sustentabilidade econômica, social e ambiental.

De acordo com MORAIS e COSTA (2021) em Relatório de Indicadores do Município, realizado por meio da Secretaria Municipal de Inovação e Projetos Especiais (Semispe), secretaria que serviu de apoio nesse estudo tanto no repasse de informações, como estudos previamente elaborados para nortear a gestão do prefeito do município. A partir desse mapeamento na cidade e com base na agenda 2030 e na Carta Brasileira de Cidades Inteligentes, foram definidos 9 eixos de atuação para direcionamento de ações e projetos que visam a transformação da cidade de São Luís. São eles: Mobilidade, Urbanismo e habitação, Meio Ambiente, Tecnologia/Inovação e Energia, Saúde, Segurança, Economia e empreendedorismo, Educação e Governança. Cada eixo será medido por um conjunto de indicadores, que somados totalizam 79 indicadores.

No quesito dos Indicados da Educação somam-se o total de 10 indicadores que servem de base para a gestão, são eles: matrícula escolar na rede pública online, vagas em universidade pública, nota enem, docentes com ensino superior, ideb – anos finais, taxa de abandono, média de alunos por turma, despesa municipal com educação, hora-aula diária média, acesso à internet nas escolas de ensino fundamental.

De acordo dados do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades - Brasil (IDSC-BR) os índices que norteiam a avaliação da plataforma para Agenda 2030, somam o quantitativo de 21 indicadores da Educação, são eles: Acesso à internet nas escolas dos ensinos fundamental; Escolas com dependências adequadas a pessoas com deficiência; Escolas com recursos para Atendimento Educacional Especializado; Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) - anos finais; Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) -

anos iniciais; Jovens com ensino médio concluído até os 19 anos de idade; Professores com formação em nível superior - Educação Infantil - rede pública; Professores com formação em nível superior - Ensino Fundamental - rede pública; Professores com formação em nível superior - Ensino Médio - rede pública; Acesso à internet nas escolas dos ensinos médio; Prova Brasil - Língua portuguesa - Anos Finais do Ensino Fundamental - rede municipal; Prova Brasil - Língua portuguesa - Anos Iniciais do Ensino Fundamental - rede municipal; Prova Brasil - Matemática - Anos Finais do Ensino Fundamental - rede municipal; Prova Brasil - Matemática - Anos Iniciais do Ensino Fundamental - rede municipal; Razão entre o número de alunos e professores na pré-escola; Razão entre o número de alunos e professores no ensino fundamental; Razão entre o número de alunos e professores no ensino médio; Adequação idade/ano no Ensino Fundamental; Analfabetismo na população com 15 anos ou mais; Centros culturais, casas e espaços de cultura e Crianças e jovens de 4 a 17 anos na escola.

O IDSC-BR é uma ferramenta que pretende gerar um movimento de transformação nas cidades brasileiras. A intenção é orientar a ação política municipal, definir referências e metas com base em indicadores de gestão e facilitar o monitoramento dos ODS em nível local. O índice apresenta uma avaliação dos progressos e desafios dos municípios brasileiros para o cumprimento da Agenda 2030.

A pontuação do IDSC-BR é atribuída no intervalo entre 0 e 100 e pode ser interpretada como a porcentagem do desempenho ótimo. A diferença entre a pontuação obtida e 100 é, portanto, a distância em pontos percentuais que uma cidade precisa superar para atingir o desempenho ótimo. O mesmo conjunto de indicadores foi aplicado a todos os municípios para gerar pontuações e classificações comparáveis. Diferenças entre a posição de cidades na classificação final podem ocorrer por causa de pequenas distâncias na pontuação do IDSC.

Os Painéis ODS fornecem uma representação visual do desempenho de cada cidade nos 17 ODS. O sistema de classificação por cores (verde, amarelo, laranja e vermelho) indica em que medida um município está longe de atingir o

objetivo. Quanto mais próximo do vermelho, mais distante de atingir o objetivo estará o município.

De acordo com o IDSC-BR a cidade de São Luís encontra-se ainda em um patamar de muitos desafios a serem superados em relação ao desempenho das 17 ODS, com uma pontuação que chega próximo dos 50% a serem atingidos na pontuação geral, conforme mostra a figura abaixo:

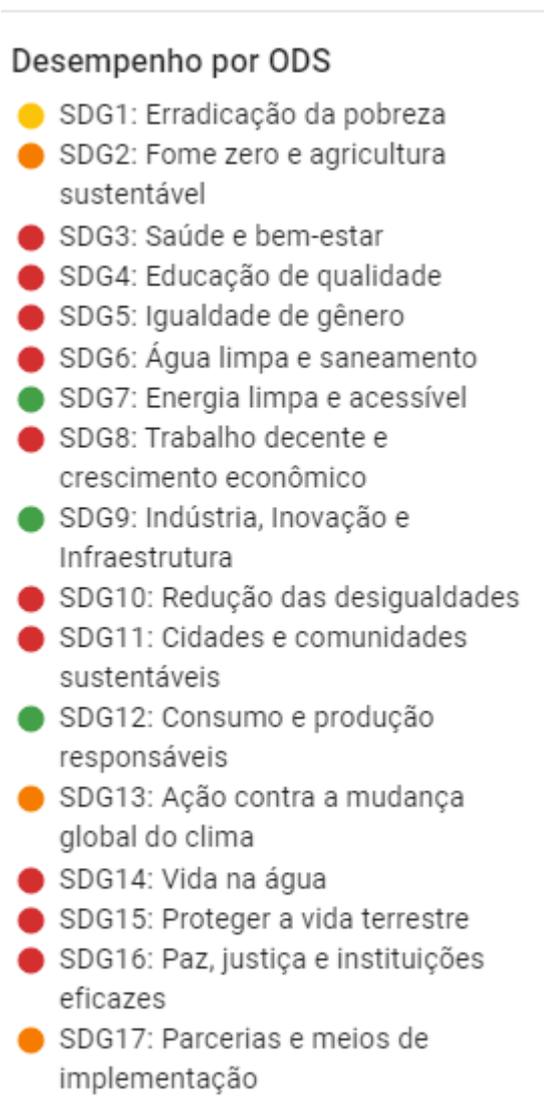
Figura 4 : Pontuação e Classificação Geral da Cidade em relação a ODS



Fonte: Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades - Brasil (IDSC-BR)

Já no índice de desempenho por ODS em São Luís existe um avanço na ODS 7, 9 e 12, que trata de Energia limpa e acessível, Indústria, Inovação e Infraestrutura e Consumo e produção responsáveis, respectivamente. E quando se trata de educação os índices mostram um caminho ainda mais longo a ser superado, com marcação ainda em vermelho, demonstrando a distância para atingir Educação de Qualidade, conforme imagem abaixo que demonstra o avanço de acordo com cada ODS:

Figura 5: Avanços da cidade por ODS

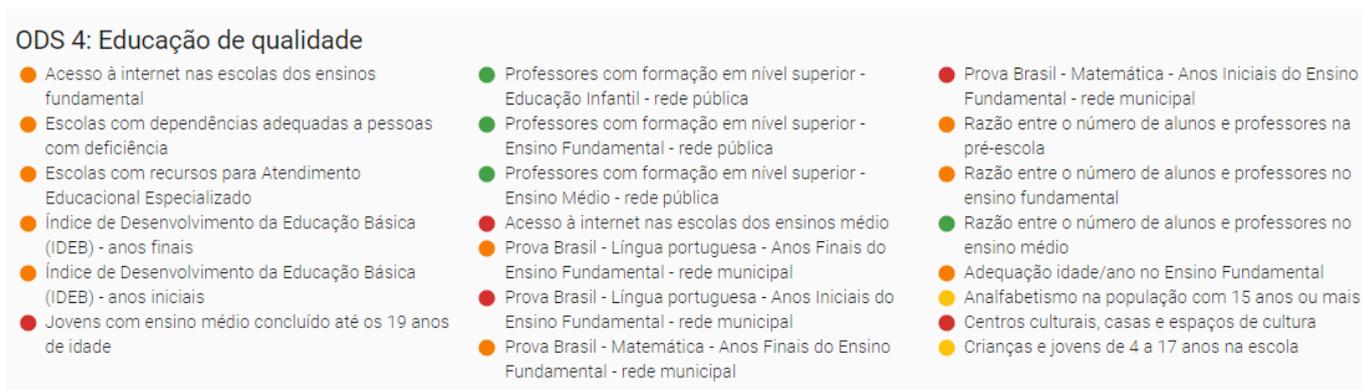


Fonte: Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades - Brasil (IDSC-BR)

Partindo para o quadro geral de Indicadores da ODS 4 é possível identificar o progresso de cada um no município de São Luís, e assim ter um monitoramento com vistas a acelerar os esforços para impulsionar as transformações necessárias para atingir os ODS em todas as suas dimensões. Desse modo possível ter uma visibilidade melhor sobre todos os indicadores da ODS 4 em que verde representa a proximidade com a meta ser alcançada, são eles, Professores com formação em nível superior na rede pública a nível de educação infantil, fundamental e médio e Razão entre o número de alunos e

professores no ensino médio. Na imagem abaixo é possível ver esse demonstrativo:

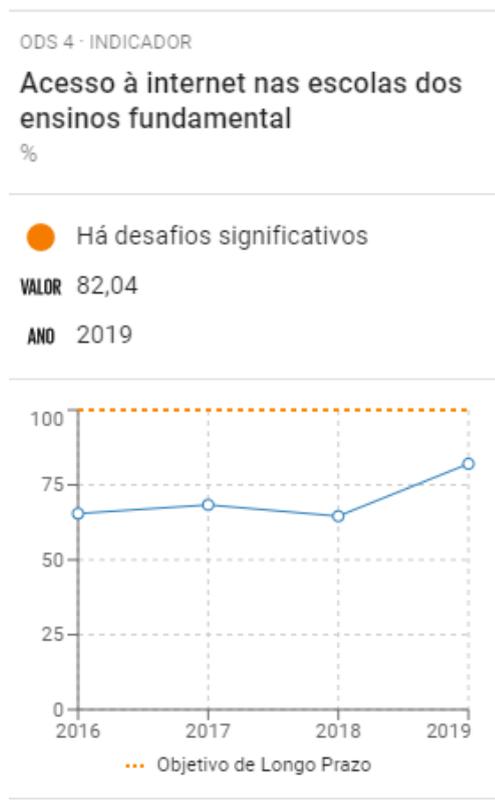
Figura 6: Indicadores ODS 4



Fonte: Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades - Brasil (IDSC-BR)

Quando analisado individualmente cada indicador da OD 4 identificamos o progresso a ser alcançado de forma mais prática e de modo a subsidiar o município a buscar práticas que promovam o avanço dos indicadores. No quesito de matrícula escolar na rede pública online, a prefeitura de São Luís trabalha desde 2018 com o Sistema Municipal de Administração e Controle Escolar (Sislame) de gerenciamento de vagas, que administra as matrículas, rematrículas e transferências internas entre as unidades de educação da rede municipal, permitindo maior celeridade e transparência, no entanto, ainda existem desafios significativos a serem percorridos, já que o próprio acesso à internet nas escolas do ensino fundamental no município ainda é comprometido, conforme imagem abaixo:

Figura 7: Indicador de acesso à internet nas escolas em São Luís



Fonte: Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades - Brasil (IDSC-BR)

Quanto aos indicadores do INEP (2017), demonstra que o número de vagas oferecidas em universidades no município de São Luís ultrapassa 6.000, das quais quase 75% estão destinadas ao ensino em universidades federais e aproximadamente 25% são oferecidas em universidades estaduais, o que considerando a população acima de 18 anos próxima de 717 mil habitantes daria uma taxa de 0,84 vagas por habitantes (ver quadro 4).

Quadro 4: Número de vagas e inscritos da educação superior

NÚMERO DE VAGAS E INSCRITOS DA EDUCAÇÃO SUPERIOR ¹					
NÚMERO DE VAGAS OFERECIDAS			ANO CENSO: 2017		
NÚMERO DE VAGAS OFERECIDAS			NÚMERO DE INSCRITOS		
FEDERAL	ESTADUAL	TOTAL	FEDERAL	ESTADUAL	TOTAL
4.612	1.482	6.094	199.952	22.686	222.638

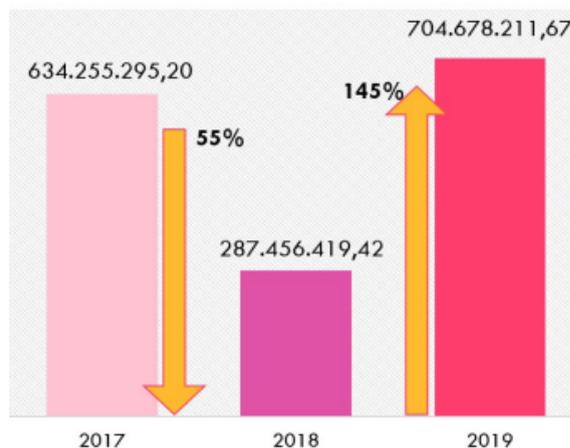
$$\text{número de vagas oferecidas/habitantes com mais de 18 anos} \frac{6.094}{717.173} = 0,84$$

Fonte: INEP/ IBGE (2010)

Dados do INEP (2017) apontam que o Estado do Maranhão tem média abaixo da média Nacional e abaixo da média da região nordeste, ou seja, é um dos indicadores que necessita melhorar para que o município de São Luís possa ser reconhecido como cidade inteligente e que necessita de maior detalhamento no mapeamento.

De acordo com o portal TRANSPARÊNCIA SÃO LUÍS (2019), as despesas com educação em 2019 no município de São Luís ultrapassaram a marca dos 700 milhões de reais, o que significou um aumento em relação a 2018 de quase uma vez e meia e com média de R\$635,00 por habitante aproximadamente, ou seja, a cidade tem investido substancialmente na melhoria do processo educacional no município.

Figura 8: Despesa municipal com educação



Fonte: Transparência São Luís

Como forma de exemplificar um pouco mais esses indicadores do município de São Luís na área de Educação, destaco um quadro de indicadores da Urban Systems (2021) que apresenta o progresso de alguns indicadores de São Luís conforme publicação mais atual, segue figura demonstrativa :

Figura 9 : Indicadores de educação do município



Fonte: Urban Systems, 2021

A partir destes critérios e resultados obtidos no ranking de Smart Cities a cidade de São Luís ocupa a 17ª posição na região nordeste, com nota 29,322, o que é uma boa nota, mas quando comparada ao porte de mais de 500 mil habitantes demonstra uma necessidade de projetos relacionados à educação. E a plataforma apresentada neste trabalho caracteriza-se como uma dessas ferramentas que pode proporcionar meios para melhoria da posição no ranking.

Figura 10 : Posição da cidade de São Luís no ranking Educação



Fonte: Urban Systems, 2021

3. SISTEMA PROPOSTO

3.1 Escopo

Nestes tempos em que a informação assume um papel cada vez mais relevante, ciberespaço, multimídia, internet, e a educação para a cidadania representam a possibilidade de motivar e sensibilizar as pessoas para transformar as diversas formas de participação na defesa da qualidade de vida.

Nesse sentido, cabe destacar que a tecnologia assume cada vez mais uma função transformadora, na qual a co-responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover um novo tipo de desenvolvimento, aliado à educação de qualidade. E o gestor público possui um papel fundamental na construção de mediador e construtor dessa educação de qualidade para a sociedade.

O sistema proposto pelo projeto consiste em desenvolver uma plataforma denominada Sig Analytics, para apresentar dados oficiais da educação do município de forma estruturada e de fácil acesso por meio de dashboards (painéis) e mapas com informações georreferenciadas, com o objetivo de subsidiar a tomada de decisão no âmbito da política pública municipal da educação de São Luís e disponibilizar informações sobre a educação do município aos cidadãos.

Este sistema proposto contribuirá significativamente com a necessidade de implementação da ODS 4 da Agenda 2030 para transformação de São Luís em uma cidade inteligente, auxiliando sistematicamente o atingimento das metas relacionadas à Educação.

3.2 Requisitos

Este tópico tem como propósito apresentar os requisitos funcionais e não funcionais da solução proposta. O Requisitos de um Sistema constituem uma especificação das características e propriedades do sistema ou uma descrição do que o sistema deve fazer, de como ele deve se comportar, bem como de suas restrições. Para este projeto os requisitos são divididos em funcionais e não funcionais.

3.2.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais estão relacionados com as funções que a ferramenta oferece para o usuário. Eles especificam o que o sistema deve fazer, atendendo as necessidades dos mesmos. Os quadros seguintes descrevem os requisitos funcionais que serão implementados na aplicação.

3.2.1.1 Gerenciar Usuário

Quadro 5 - Requisito funcional de Gerenciamento de usuários

ID	Nome	Caso de Uso Relacionado
RF 001	Gerenciar Usuários	UC001 Listar Usuários UC002 Criar Usuário UC003 Consultar Usuário UC004 Atualizar Usuário UC005 Excluir Usuário
DESCRIÇÃO		
Possibilita ao usuário administrador listar, cadastrar , consultar , atualizar ou excluir cadastros na plataforma		

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.1.2 Gerenciar Shapefiles

Quadro 6 - Requisito funcional de gerenciamento de shapefiles

ID	Nome	Caso de Uso Relacionado
RF 002	Gerenciar Shapefiles	UC006 Listar Shapefiles UC007 Criar Shapefiles UC008 Consultar Shapefiles UC009 Atualizar Usuário UC010 Excluir Usuário
DESCRIÇÃO		
Possibilita ao usuário administrador listar, cadastrar , consultar , atualizar ou excluir cadastros do arquivos shapefile na plataforma		

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.1.3 Local para Nova Escola

Quadro 7 - Requisito funcional de local para nova escola

ID	Nome	Caso de Uso Relacionado
RF 003	Local para Nova Escola	UC011 Inserir Filtros UC012 Exibir Mapa
DESCRIÇÃO		
Possibilita ao usuário administrador inserir filtros e exibir mapa contendo as informações procuradas para encontrar um local elegível para uma escola		

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.1.4 Abrangência das Unidades Escolares

Quadro 8 - Requisito funcional de Abrangência das unidades escolares

ID	Nome	Caso de Uso Relacionado
RF 004	Abrangência Unidades Escolares	UC013 Filtrar por UEB UC014 Exibir mapa
DESCRIÇÃO		
Possibilita ao usuário administrador exibir mapa contendo as escolas e suas abrangências como também filtrar esta exibição por uma única escola.		

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.1.5 Distância Unidade educação básica para residência de aluno

Quadro 9 - Requisito funcional de Distância UEB x Aluno

ID	Nome	Caso de Uso Relacionado
RF 005	Distância UEB x Aluno	UC015 Inserir Filtros UC016 Exibir Mapa
DESCRIÇÃO		
Possibilita ao usuários inserir filtros e exibir mapa contendo as informações procuradas para encontrar um local elegível para uma escola		

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.1.6 Dashboards

Quadro 10 - Requisito funcional Dashboards

ID	Nome	Caso de Uso Relacionado
RF 006	Dashboards	UC017 Filtrar por UEB UC018 Exibir Mapa UC019 Gráfico Evasão UC020 Gráfico Adequação UC021 Gráfico IDEB
DESCRIÇÃO		
Exibe aos usuários dashboards contendo gráficos com indicadores da qualidade do ensino do município como evasão , adequação escolar e IDEB.		

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais estão relacionados com o funcionamento interno do sistema, concentram-se nas suas propriedades e serviços específicos. Caracterizam-se por serem restrições que o software tem que atender ou atributos de qualidade específicas que um software ou de um processo de desenvolvimento de um software deve ter. A especificação dos requisitos não funcionais que serão considerados na concepção desta aplicação estão descritos nos quadros abaixo.

3.2.2.1 Segurança

Quadro 11 - Requisitos Não Funcionais de Segurança

ID	Descrição
RNF001	Garantir a privacidade e a segurança dos cidadãos

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.2.2 Interoperabilidade

Quadro 12 - Requisitos Não Funcionais de Interoperabilidade

ID	Descrição
RNF002	Prover interoperabilidade entre os diversos componentes e sistemas da cidade relacionados;

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.2.3 Confiabilidade

Quadro 13 - Requisitos Não Funcionais de Confiabilidade

ID	Descrição
RNF003	Gerenciar o armazenamento e o processamento de grandes quantidades de dados;
RNF004	Oferecer a escalabilidade necessária para o aumento da população de São Luís

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.2.4 Usabilidade

Quadro 14 - Requisitos Não Funcionais de Usabilidade

ID	Descrição
RNF005	Uso de Design responsivo nas interfaces gráficas
RNF006	Usuários deverão operar o sistema após um determinado tempo de treinamento

Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 Tecnologias

Esta seção apresenta as principais ferramentas utilizadas na concepção deste projeto e faz uma breve descrição das suas funcionalidades.

3.4.1 Javascript

É uma das linguagens mais utilizadas no mundo, caracteriza-se por ser uma linguagem de script essencial para uma grande diversidade de aplicações

que provê aplicações web mais interativas. Atualmente, bem mais versátil do que quando foi criada, pode ser usada para o desenvolvimento tanto do backend quanto do frontend, com uma ampla e ativa comunidade na internet e com uma grande variedade de frameworks e bibliotecas;

3.4.2 Framework React JS

Uma biblioteca popular para construção de frontend mantida pelo facebook;

3.4.3 Node JS

É um framework que possibilita a construção de backend utilizando a linguagem Javascript;

3.4.4 Biblioteca leaflet

É uma biblioteca JavaScript de código aberto usada para construir aplicativos de mapeamento da web. Permite que os desenvolvedores sem um plano de fundo GIS exibam facilmente mapas da web lado a lado hospedados em um servidor público, com sobreposições lado a lado opcionais. Ele pode carregar dados de feições de arquivos GeoJSON , estilizá- los e criar camadas interativas, como marcadores com pop-ups quando clicados;

3.4.5 Biblioteca chart.JS

O Chart.JS é uma biblioteca em JavaScript que auxilia na criação de gráficos utilizando apenas HTML, CSS e JS para renderizar os gráficos na tela do usuário, para isso, utiliza-se o elemento canvas do HTML5.

3.4.6 Banco de dados Mysql

O MySQL é um sistema gerenciador de banco de dados relacional de código aberto usado na maioria das aplicações gratuitas para gerir suas bases de dados. O serviço utiliza a linguagem SQL (Structure Query Language – Linguagem de Consulta Estruturada), que é a linguagem mais popular para inserir, acessar e gerenciar o conteúdo armazenado num banco de dados.

3.5 Fonte de dados

Para este trabalho utilizou-se como ponto de partida para as construções das camadas ou layers os arquivos shapefiles que é um formato para base de dados geoespaciais e vetoriais em sistemas de informação geográfica, no inglês GIS - Geographic Information System. Esses arquivos são construídos com ferramentas GIS profissionais que possibilitam editar, atualizar e visualizar dados geoespaciais.

No contexto da SEMISPE os arquivos shapefile são artefatos do trabalho desenvolvido pelos arquitetos para análise e gestão do conhecimento utilizando informações georreferenciadas, por isso se tornou natural a utilização destes arquivos sem a necessidade de criar um banco de dados para tratar essas informações já que no momento o objetivo é criar uma ferramenta para subsidiar a gestão pública municipal auxiliando a visualização de dados educacionais do município. Não exclui-se a necessidade da modelagem e implementação de um modelo de bancos geográficos para trabalhos futuros.

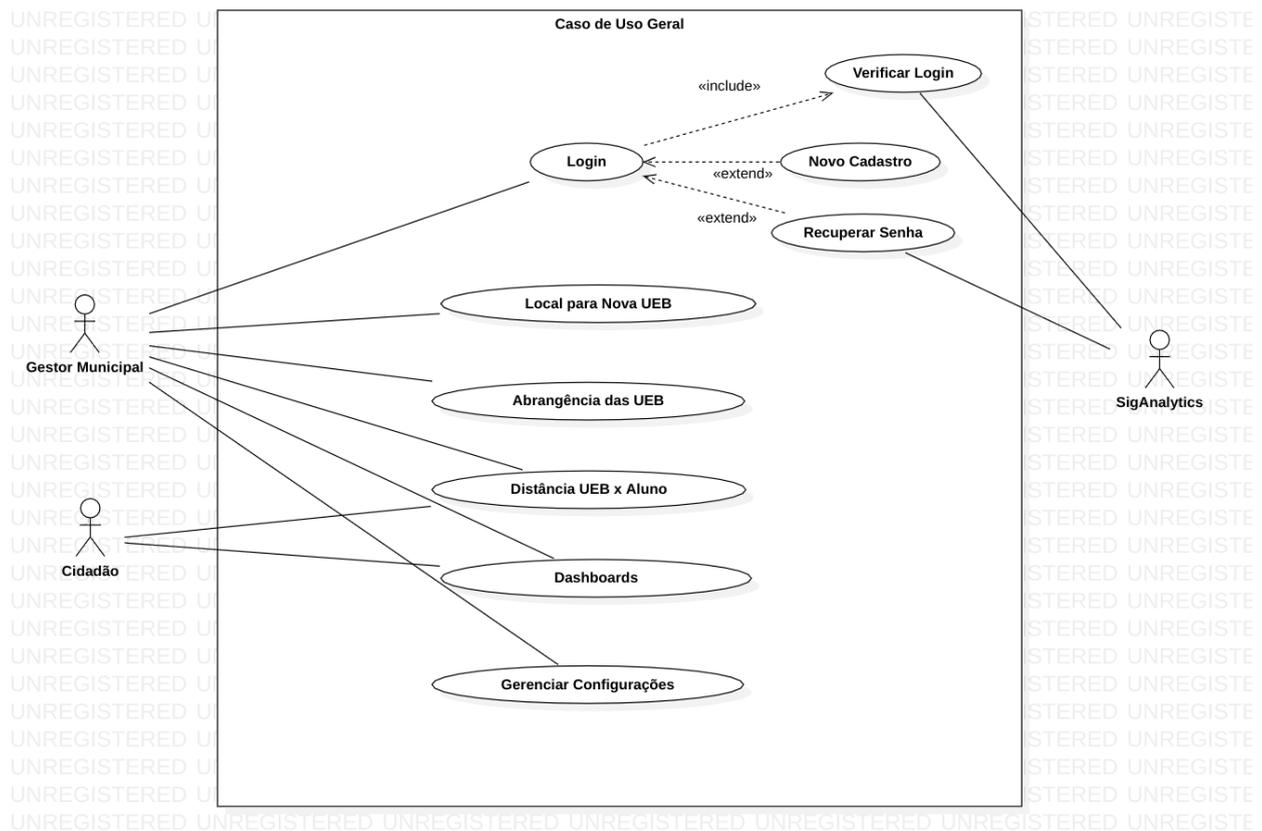
4. ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO

4.1 Diagramas UML

Para descrever os aspectos estáticos e dinâmicos será necessário apresentar diagramas de UML que nada mais são que um meio para auxiliar no levantamento de requisitos que farão parte do sistema. Os principais diagramas que serão utilizados neste projeto são os diagramas de casos de uso e diagrama de entidade relacionamento.

O primeiro diagrama demonstra a visão geral do projeto e como o gestor administra as informações como login, usuários, mapas e dados em relação a plataforma Sig Analytics e sobre os cidadãos. Na figura abaixo é possível ter uma visualização do caso de uso geral do software:

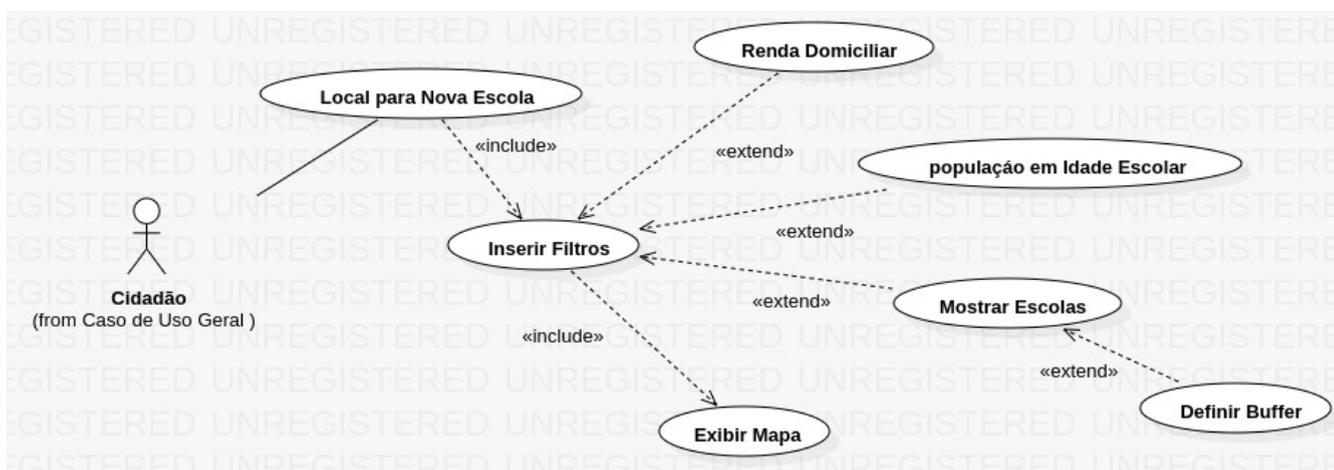
Figura 11 : Diagrama de Caso de Uso Geral



Fonte: Figura do Autor

A funcionalidade local para uma nova UEB, utiliza dados do censo demográfico do IBGE, e faz o cruzamento de dados com renda média e porcentagem da população em idade escolar para cada setor contido no mapa, a saber, os setores censitários são a menor unidade territorial utilizada pelo IBGE para levantamento de dados. (Observação: população em idade escolar para este trabalho são considerados as crianças de 4 a 14 anos que estão na faixa de público atendida pela rede municipal de ensino) Considerando o cruzamento de dados mencionados, esta funcionalidade mostrará no mapa os setores elegíveis para possíveis locais para implantação de novas escolas.

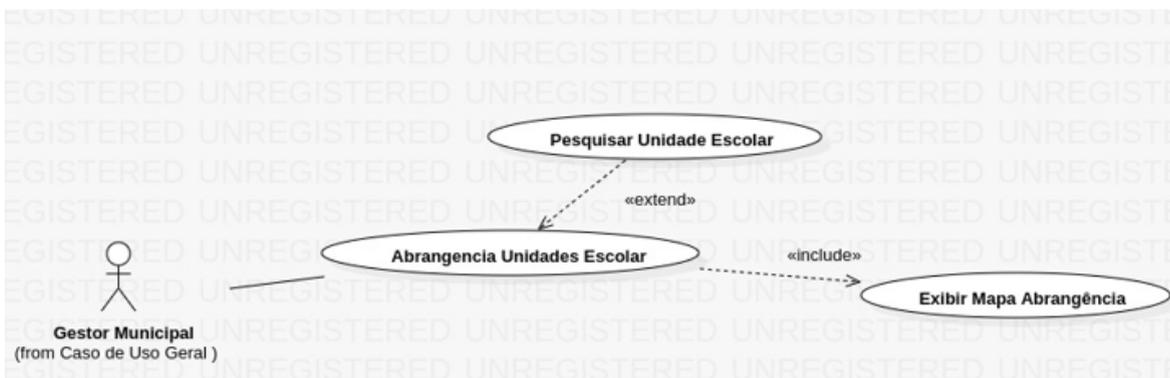
Figura 12: Diagrama Local para Nova Escola



Fonte: Figura do Autor

A funcionalidade denominada abrangência das UEB'S terá como objetivo exibir no mapa as escolas e sua abrangência, utilizando para isso, os dados que fazem parte do banco de dados do Sistema para Administração e Controle Escolar (Sislame), responsável pelas matrículas dos alunos da rede onde seriam coletados dados anônimos dos alunos matriculados nas escolas.

Figura 13: Diagrama Abrangência Unidade Escolar

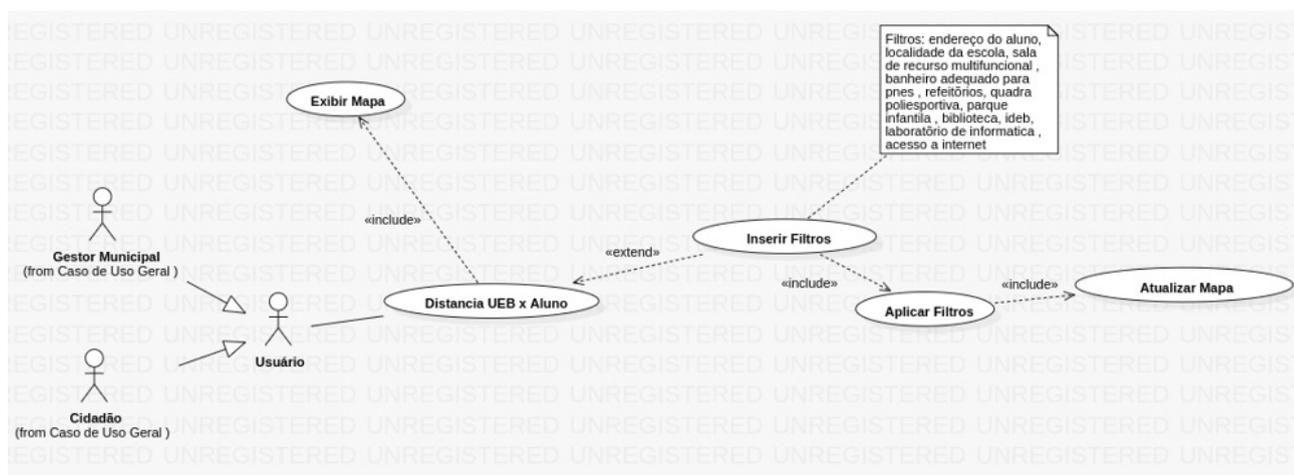


Fonte: Figura do Autor

A saber, os dados de endereço do aluno, como o cep e nome da rua/avenida/alameda/etc que poderiam então ser utilizados para corresponder a um setor censitário, onde poderá ser calculado a abrangência da escola, levando-se em consideração a distância da escola x a localização do setor censitário em que o aluno reside, sendo possível exibir o raio de abrangência da unidade escolar.

Uma outra funcionalidade fundamental para o sistema é a distância UEB x aluno, conforme apresentado na figura abaixo:

Figura 14: Diagrama Distância UEB x Aluno



Fonte: Figura do Autor

Considerando a realidade do sistema educacional brasileiro, e principalmente, os sistemas educacionais municipais, em especial o sistema

municipal de educação de são luís em que toda a sociedade compreende que se trata de um sistema heterogêneo, ou seja, os recursos ou serviços oferecidos pelas escolas do município não são oferecidos de forma universal (cada unidade escolar apresenta características diferenciadas, umas possuindo amplos recursos, outras apenas o básico).

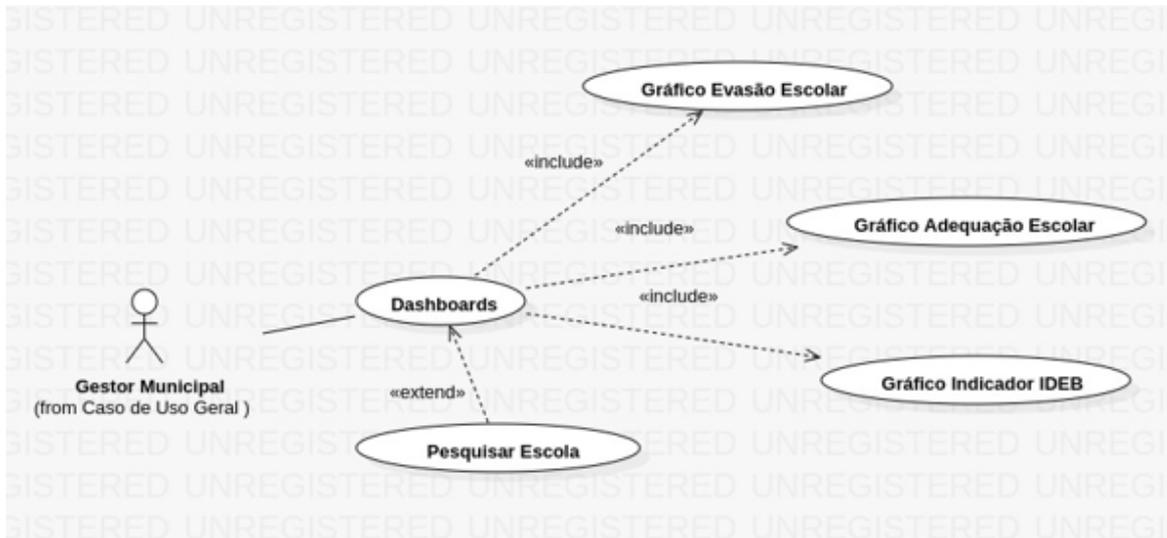
Levando em consideração essa problemática, esta funcionalidade poderá de forma prática, no momento do atendimento ao pai do aluno por exemplo, possibilitará exibir no mapa a distância do aluno para unidade escolar a qual se enquadre em suas *strings* de buscas (palavras-chave) já que esta funcionalidade oferecerá filtros de modo que o usuário personalize a exibição do mapa mostrando as escolas que atendam as demandas em questão.

Outra característica fácil para exemplificar essa funcionalidade é o próprio planejamento da gestão em relação ao transporte escolar, pois já sabendo a distância do aluno para a ueb se torna um fator importante para determinar a necessidade do transporte, bem como, planos de rotas que melhor atendem esses alunos.

Esses filtros caracterizam a estrutura da escola baseado no índice de desenvolvimento da educação básica- IDEB/INEP (colocar referências sobre o que é, como funciona o IDEB E INEP). Exemplos desses filtros: sala de recurso multifuncional, banheiros adaptados para PNE's, refeitório, quadra poliesportiva, parque infantil, nota do IDEB, laboratório de informática e acesso a internet.

A ferramenta possibilita ainda os Dashboards (painéis/gráficos), uma funcionalidade que apresentará gráficos com dados sobre a evasão, adequação e abandono escolar de modo a subsidiar o gestor público municipal de educação para um atendimento pautado de forma prática nos dados sobre a educação do município.

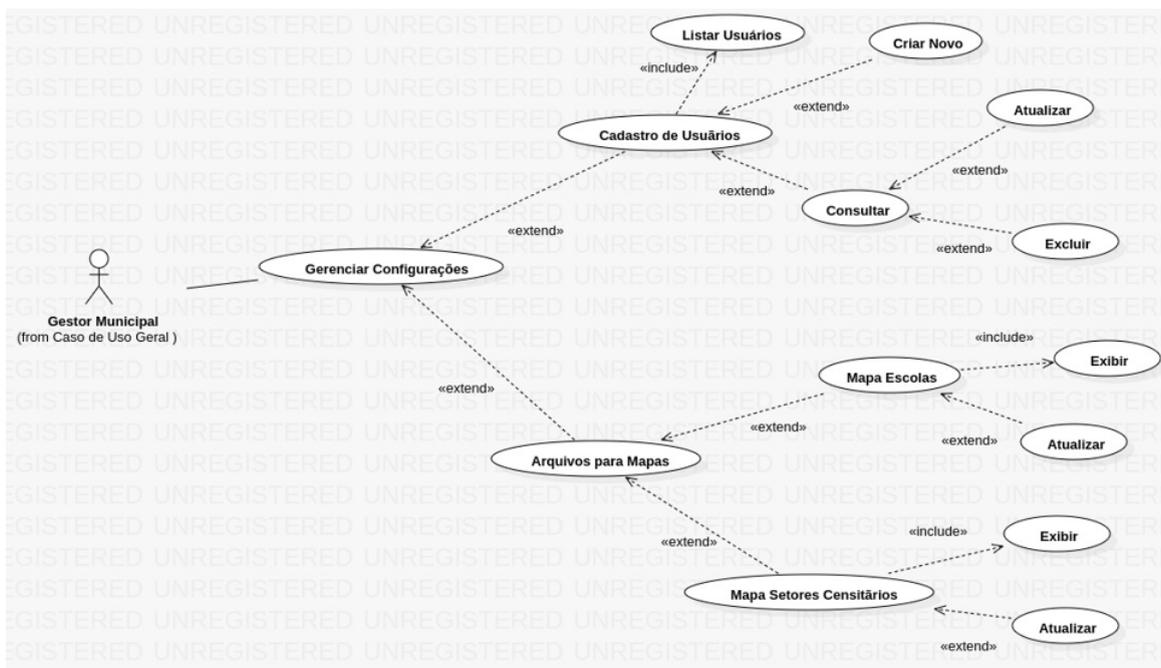
Figura 15: Diagrama Dashboards



Fonte: Figura do Autor

Dentro do diagrama de caso de uso geral terá ainda um módulo de gerenciar configurações, em que o usuário administrador poderá inserir os shapefiles referentes aos mapas georreferenciados exibidos na aplicação, são eles: Shapefiles de apresentação de setores censitários e Shapefiles de apresentação de localização da escola.

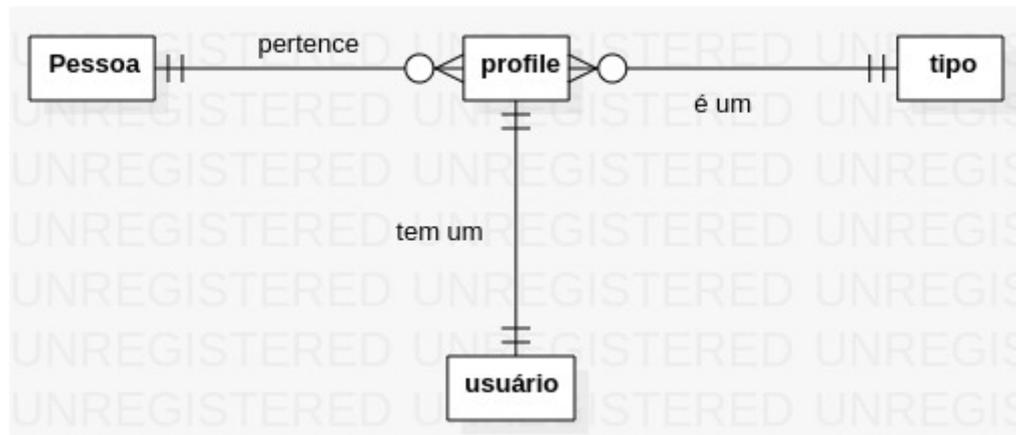
Figura 16: Diagrama Gerenciar Configurações



Fonte: Figura do Autor

Finalizando os diagramas temos o diagrama de entidade e relacionamento, que representa os dados que serão guardados em banco de dados conforme figura a seguir:

Figura 17: Diagrama ER Cadastro de Usuários

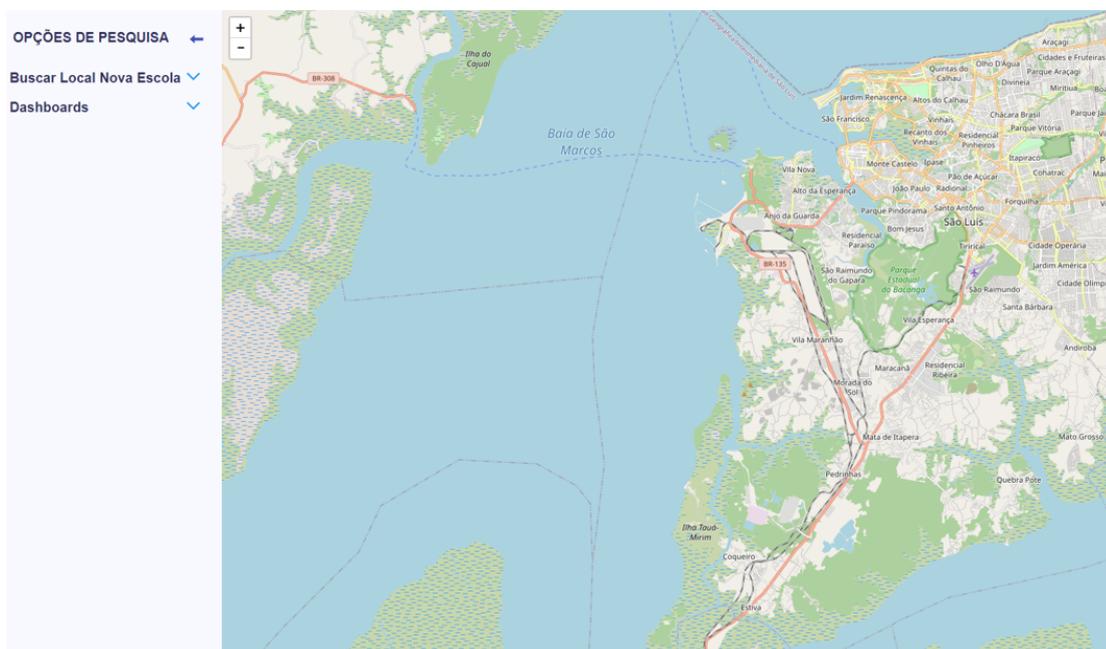


Fonte: Figura do Autor

4.2 Protótipos de Telas

Esta seção apresenta o protótipo da aplicação, mostrando o fluxo de telas e o funcionamento do sistema. De forma geral, o protótipo é um modelo, resultante das pesquisas relativas a ideias ou suposições iniciais, construído para testar o produto e servir de base para que novas implementações possam ser realizadas. Nessa tela temos a interface do usuário que inicia a visualização e tem diversas opções de filtros como os dashboards e a busca de locais de nova escola na cidade de São Luís conforme figura a seguir:

Figura 18: Tela inicial com filtros específicos



Fonte: Figura do Autor

Desta forma, a plataforma trará ao usuário informações relevantes para a Estratégia da Prefeitura, como por exemplo através dos dados geográficos em que as distâncias das escolas estão mapeadas, é possível tomar ações no sentido de melhorar e disponibilizar artifícios que colaborem com o aumento dos índices de cidade inteligente no município de São Luís e qualificando a prefeitura nestes quesitos Educacionais.

Avançando com as telas de filtro podemos observar os filtros relativos à renda e densidade populacional, também é possível exibir as unidades Educacionais, bem como o tamanho do Buffer em metros e na área gráfica os resultados com dados GPS como demonstra a figura 19 a seguir:

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Respectiva do Trabalho

O projeto como um todo trouxe conteúdos de referências bibliográficas e pontos de vistas de diversos autores, acadêmicos e pesquisadores, além de dados e informações de sites, livros e instituições confiáveis que amadureceram os conceitos de cidades inteligentes e demonstraram diversos critérios e parâmetros de avaliação e monitoramento das chamadas “*smart cities*”.

Foi possível também propor uma plataforma de dados georreferenciados capaz de prover dados educacionais para auxílio do município de São Luís através de modelagem de dados conceitual e todo o processo de homologação do software além da customização das ferramentas de apoio à gestão de dados.

Constatou-se também que os diagramas de UML retratam o mapeamento ideal para o desenvolvimento da solução proposta trazendo aspectos práticos e dinâmicos que auxiliarão o planejamento e requisitos do sistema definindo a lógica e as necessidades de programação.

5.2 Avaliação do Trabalho

Conclui-se que a plataforma proposta denominada Sig Analytics será capaz de integrar informações de dados educacionais providos de georreferenciamento, permitindo que a prefeitura de São Luís faça consultas de diversas fontes, incluindo informações de desempenho, localização, faixa etária e fatores de vulnerabilidade socioeconômicas e socioeducativas, de forma segura e integrada, aproximando a população do sistema escolar diminuindo a fragilidade do ensino público atual e identificando parâmetros de desenvolvimento e monitoramento da evolução acadêmica promovida pela prefeitura.

É fato também que a forma e disponibilização da plataforma ao município de São Luís vai contribuir para alertar a prefeitura sobre possíveis necessidades de desenvolvimento de critérios e indicadores de educação conforme descritos neste trabalho, principalmente os que são focados no desenvolvimento de

redução da taxa de evasão escolar e melhoria das notas, o que é considerado um indicador que faz parte da ODS 4 para atingir uma Educação de Qualidade. Com o auxílio dessa plataforma, o município de São Luís poderá avaliar os indicadores propostos de acordo com as necessidades sócio demográficas da cidade e assim tem uma fonte de apoio para tomada de decisões e encaminhamentos de projetos e ações que possam ir de encontro a concretização dos 10 indicadores do eixo educacional avaliados pelo município.

O projeto também oferece uma oportunidade para desenvolvimento do conceito de cidades inteligentes para a principal cidade do Estado do Maranhão, o que a proporcionará destaque em panorama nacional quando o assunto for dados educacionais e segurança de informação, além de oportunizar projetos que aumentem o atendimento dos critérios estabelecidos para uma melhor colocação no ranking brasileiro e que coloque a região nordeste do país em uma situação similar ao sudeste brasileiro onde estão os maiores desenvolvimentos do momento, captando verbas específicas e aumentando a representatividade de São Luís quanto a tecnologias da informação.

Portanto é factível dizermos que a implementação da plataforma Sig Analytics trará benefícios de mapeamento de dados nunca antes oportunizados pelo estado e município, além de proporcionar a integração de tecnologia e cidadão, aproximando a prefeitura das necessidades da população ludovicense, oportunizando ainda que a cidade possa avançar na Agenda 2030 com a ODS 4 e assim atingir o objetivo proposto aliando tecnologia, governança e educação.

5.3 Trabalhos Futuros

Assim como na proposta "piloto", tendo em vista o conhecimento e as experiências que serão obtidas com a plataforma Sig Analytics será possível a criação de outras ramificações do software podendo abranger outras questões no município de São Luís como adaptação dos dados para auxiliar na mobilidade urbana e desenvolvimento sustentável, também poderá influenciar novos acadêmicos a propor variações desta plataforma para outros municípios brasileiros onde haja necessidades similares porém com características

específicas que precisam de adaptação para uso, bem como, servir de material de referência bibliográfica para consultas e conhecimentos que por ventura possam ser adquiridos com este projeto de graduação.

Especificamente no quesito técnico, não exclui-se a necessidade da modelagem e implementação de um modelo de bancos geográficos para trabalhos futuros.

Por fim inspirar novos formandos a desenvolverem soluções que aumentem a qualidade de vida da população e que possam aumentar o senso crítico e analítico do município onde residem, identificando os potenciais de desenvolvimento aliados às tecnologias da informação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, SUÍSE. 2019. **INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: ANÁLISE DA APLICABILIDADE DA NBR ISO 37120:2017 SOB A PERSPECTIVA DA ENGENHARIA URBANA.** Disponível em: INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE_ ANÁLISE DA APLICABILIDADE DA NBR ISO 37120_2017 SOB A PERSPECTIVA DA ENGENHARIA URBANA (1).pdf Acesso em: 22/09/2021

ALVARES, R. V., CAMPOS, N. S., GOMES, V. B. (2015) **“Adoção de Data Discovery para apoio ao processo de análise de dados do Enade”.** In: Sánchez, J. (org.) Memórias del XX Congreso Internacional de Informática Educativa. Nuevas Ideas en Informática Educativa 11, pp. 480-485.

BULHÕES, G. 2021. **Você sabe qual é a cidade mais inteligente do Brasil?**. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2021/09/14/pro/voce-sabe-qual-e-a-cidade-mais-inteligente-do-brasil/>. Acesso em: 02/10/2021.

CAVALCANTE, J. 2020. **Workshop abordará as cidades inteligentes e a internet das coisas na UFMA.** Disponível em: <https://portais.ufma.br/PortalUfma/paginas/noticias/noticia.jsf?id=55676>. Acesso em: 04/10/2021

CHANNEL 360. 2021. **Programa leva transformação digital para escolas públicas.** <https://www.channel360.com.br/transformacao-digital-escolas-publicas/> Disponível em: <https://portal.imd.ufrn.br/portal/noticias/6374/plataforma-do-imd-para-cidades-inteligentes-recebe-registro-de-propriedade-intelectual> Acesso em: 18/09/2021

CONNECTED SMART CITIES. 2021. **PROGRAMA CIDADES INTELIGENTES, DA BIG BRAIN, LEVA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL PARA ESCOLAS PÚBLICAS.** Disponível em:

<https://portal.connectedsmartcities.com.br/2021/07/17/%E2%80%8Bprograma-cidades-inteligentes-da-big-brain-leva-transformacao-digital-para-escolas-publicas/>.

Acesso em: 13/09/2021.

CONNECTED SMART CITIES. 2021. **RANKING CONNECTED SMART CITIES 2021.** Disponível em: <https://ranking.connectedsmartcities.com.br/>. Acesso em: 30/10/2021

Faculdade Getúlio Vargas. 2020. **FGV SOCIAL LANÇA PESQUISA: “TEMPO PARA ESCOLA NA PANDEMIA”.** Disponível em:

<https://cps.fgv.br/destaques/fgv-social-lanca-pesquisa-tempo-para-escola-na-pandemia>. Acesso em: 17/09/2021.

IBGE. 2010. **CENSO 2010.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis/panorama>. Acesso em: 17/09/2021.

IDSC. 2021. **ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS CIDADES/BRASIL.** Disponível em: <https://icidadessustentaveis.org.br/>. Acesso em: 06/11/2021

IDSC. 2021. **ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS CIDADES/BRASIL.** Disponível em:

<https://www.cidadessustentaveis.org.br/arquivos/idsc-br/rvl-cidades/sao-luis-MA.pdf> Acesso em 06/11/2021.

INEP. 2019. **RESUMO TÉCNICO DO ESTADO DO MARANHÃO CENSO DA EDUCAÇÃO BÁSICA 2019.** Disponível em:

https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_do_estado_do_maranhao_censo_da_educacao_basica_2019.pdf

Acesso em 23/09/2021

IPEA. 2021. **OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**. Disponível em <https://www.ipea.gov.br/ods/ods4.html>. Acesso em: 05/11/2021.

KON, FABIO. 2016. **Cidades Inteligentes: Conceitos, plataformas e desafios**. Disponível em: [jai2016.pdf](#) Acesso em: 20/09/2021

MEIER, W. J.; ULFERTS, G. W.; HOWARD, T. L. **Transforming city governments through IT. The Review of Business Information Systems**, Fourth Quarter, v. 15, n. 4, 2011.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL .2020. **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/projeto-andus/carta_brasileira_cidades_inteligentes.pdf. Acesso em 21/09/2021

MORAIS, C.M.A; COSTA, A.K.G. 2021. **Relatório dos Indicadores de Cidades Inteligentes para São Luís**. São Luís do Maranhão, versão 1. (p.46-52).

NAM, T., & PARDO, T. A. (2011). **Conceitualizando cidade inteligente com dimensões de tecnologia, pessoas e instituições**. In Proceedings of the 12^a conferência anual de pesquisa governamental digital: inovação governamental digital em tempos desafiadores (pp. 282-291).

OLIVEIRA, V. 2021. **Afinal, o que torna uma cidade inteligente? Tire dúvidas sobre o assunto**. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/faq/cidades-inteligentes-conheca-o-assunto-e-exemplos-no-brasil-e-no-mundo.htm?cmpid=copiaecola>. Acesso em: 01/10/2021.

PALLOT, M. et al. **Future Internet and Living Lab Research Domain Landscapes: Filling the Gap between Technology Push and Application Pull in the Context of Smart Cities**. eChallenges e-2011 Conference Proceedings. Disponível em

<http://www.urenio.org/wp-content/uploads/2008/11/2011-eChallenges-Nr-200-Future-Internet-and-Living-Labs-Published.pdf>. Acesso em 18/09/2021

PAROUTIS, S., BENNET, M., & HERACLEOUS, L. (2014). **A strategic view on smart city technology: The case of IBM Smarter Cities during a recession.** Technological Forecasting and Social Change, 89, 262-272. Chicago

SEDUC. 2018. **Indicadores Educacionais do Maranhão.** Disponível em: <https://www.educacao.ma.gov.br/censo-escolar/indicadores-educacionais-do-maranhao/> Acesso em 19/09/2021.

SOUZA, V. 2018. **Cidades Inteligentes e Indicadores: um estudo entre Metrôpoles Brasileiras.** Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/20/anais/arquivos/76.pdf> Acesso em: 03/10/2021.

TOMORDY, M. Smart Cities - **Transforming the 21st century city via the creative use of technology.** [S.l.]: ARUPCorp., 2011

URBAN SYSTEMS. 2021. **RANKING CONNECTED SMART CITIES 2021.** Disponível em: <https://www.urbansystems.com.br/rankingconnectedsmartcities>. Acesso em: 30/10/2021

WASHBURN, D. et al. **Helping CIOs understand “smart city” initiatives: defining the smart city, its drivers, and the role of the CIO.** Cambridge, MA: Forrester Research, Inc. 2010. Disponível em http://public.dhe.ibm.com/partnerworld/pub/smb/smarterplanet/forr_help_cios_und Acesso em 13/09/2021

WEISS, M. C., BERNARDES, R. C., & CONSONI, F. L. (2013b). **Cidades inteligentes: a aplicação das tecnologias de informação e comunicação para a gestão de centros urbanos.** Revista Tecnologia e Sociedade, 9(18).