

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO – FAED
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO TERRITORIAL E
DESENVOLVIMENTO SOCIOAMBIENTAL - PPGPLAN

JULIA CARARO LAZARO

ANÁLISE GEOESPACIAL E WEBMAP NO APOIO À GESTÃO EDUCACIONAL:
UM ESTUDO PARA A ILHA DE SANTA CATARINA

FLORIANÓPOLIS

2026

JULIA CARARO LAZARO

**ANÁLISE GEOESPACIAL E WEBMAP NO APOIO À GESTÃO EDUCACIONAL:
UM ESTUDO PARA A ILHA DE SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental do Centro de Ciências Humanas e da Educação – Faed, da Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Renan Furlan de Oliveira

FLORIANÓPOLIS

2026

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Universitária Udesc,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Lazaro, Julia
Análise Geoespacial e Webmap no apoio à gestão
educacional : um estudo para a ilha de Santa Catarina / Julia
Lazaro. -- 2026.
137 p.

Orientador: Francisco Henrique de Oliveira
Coorientador: Renan Furlan de Oliveira
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação,
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e
Desenvolvimento Socioambiental, Florianópolis, 2026.

1. Sistema de Informação Geográfica (SIG). 2. WebGIS. 3.
Gestão Territorial. 4. Educação. 5. Geotecnologias. I.
Henrique de Oliveira, Francisco. II. Furlan de Oliveira, Renan.
III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Humanas e da Educação, Programa de
Pós-Graduação em Planejamento Territorial e
Desenvolvimento Socioambiental. IV. Título.

JULIA CARARO LAZARO

**ANÁLISE GEOESPACIAL E WEBMAP NO APOIO À GESTÃO EDUCACIONAL:
UM ESTUDO PARA A ILHA DE SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental do Centro de Ciências Humanas e da Educação – Faed, da Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc.

BANCA EXAMINADORA

Membros:

Francisco Henrique de Oliveira, Dr.

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Ana Clara Mourão Moura, Dra.

UFMG

Rodrigo Ribas, Dr.

PPGPLAN - UDESC - FAED

Florianópolis, 28 de janeiro de 2026.

AGRADECIMENTOS

Início os agradecimentos aos meus pais, Neides T. Cararo Lazaro e Airton Antônio Lazaro, por proporcionar uma criação primordial, pela educação, amor, carinho e suporte incondicional. Obrigada por estarem comigo em todos os momentos da minha vida, nossas vitórias sempre foram compartilhadas, fico muito feliz de estar completando mais esse ciclo juntos.

Ao meu irmão mais velho, João Ricardo Lazaro, meu mais fiel e melhor amigo. Uma pessoa grandiosa, com quem pude aprender e crescer, sendo fundamental para me tornar quem sou hoje. Gratidão pelos ensinamentos, pela paciência, pelo apoio, pelas risadas, e acima de tudo por ser meu irmão. Tenha certeza que estarei sempre contigo, mano.

Agradeço imensamente ao meu orientador Francisco Henrique de Oliveira e ao coorientador Renan Furlan de Oliveira, pela confiança, pelo acolhimento à pesquisa e à condução exemplar no desenvolvimento da minha formação acadêmica e do trabalho.

Gostaria de agradecer profundamente os colegas e professores do Laboratório de Geoprocessamento - GeoLab da UDESC, ao proporcionarem uma convivência da qual eu considero como uma segunda família. Desde 2017, durante a graduação em geografia, eu tive o privilégio de conhecer e aprender com profissionais incríveis, sempre dispostos a ajudar e crescer em equipe. Especialmente ao ano de 2025, deixo meu agradecimento aos colegas e amigos Bernardo Provedan, Isabela Bardini, Renato Araujo, Gustavo Vargas, assim como aos bolsistas da graduação, Lucas Ceccato, Kauã, Vinicius, Lucas Antônio, Pedro e João, pela parceria e suporte na condução das atividades conjuntas.

À Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina (SED/SC) pela disposição em atender aos pedidos para a pesquisa, disponibilizando informações, e na realização de reuniões de alinhamento.

Aos professores Rodrigo Pinheiro Ribas, Eglaisa Micheline Pontes Cunha e Ana Clara Mourão Moura pelas ricas contribuições na banca de defesa e de qualificação da pesquisa.

Por fim, agradeço às minhas companheiras felinas, Buki mesmo à distância, e Layla pelos ronrons diários. Às capivaras da FAED, alegraram muito meus dias.

RESUMO

O trabalho investiga a aplicação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na modelagem, análise e disponibilização de dados educacionais da Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina (SED/SC) em um geoportal. A proposta responde ao descompasso geotecnológico presente na gestão pública, particularmente na área educacional, marcado pela subutilização do potencial dos SIG para subsidiar processos decisórios. A pesquisa parte da necessidade de integrar e visualizar, em ambiente web, a localização georreferenciada das unidades educacionais e do corpo discente. Para suprir a ausência de dados completos de endereço dos alunos, foi desenvolvida uma base simulada de localização, estruturada a partir de parâmetros reais de distribuição espacial. Com base nesses dados, foram elaborados mapas de abrangência escolar das unidades estaduais da região norte de Florianópolis, possibilitando a análise da relação entre localização das escolas, áreas atendidas e distribuição potencial da demanda. Também foram produzidos mapas de deslocamento dos estudantes, considerando os critérios estabelecidos pela Lei Complementar nº 754/2019, que regulamenta o transporte escolar estadual em Santa Catarina. As análises espaciais e de deslocamento foram realizadas em ambiente SIG, permitindo a simulação de trajetos, a geração de áreas de influência e a mensuração das distâncias entre alunos e unidades de ensino. A partir da modelagem espacial e da análise integrada, o trabalho demonstra como produtos cartográficos e serviços geoespaciais podem apoiar a gestão educacional, contribuindo para o diagnóstico territorial, a otimização do transporte escolar e o planejamento de matrículas. A disponibilização dos resultados ocorre por meio de geoportais educacionais, um voltado ao público em geral e outro direcionado à gestão educacional, possibilitando o acesso e a visualização interativa das informações espaciais.

Palavras-Chave: Sistema de Informação Geográfica (SIG); WebGIS; Gestão Territorial; Educação; Geotecnologias

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura do painel “Educação na Palma da Mão” matrículas da SED/SC	12
Figura 2 - Mapa de Estabelecimentos Educativos de Córdoba - Argentina	16
Figura 3 - Mapa Interativo de Estabelecimentos Educacionais da Índia	17
Figura 4 - Aplicações Interativas do Geoportal da educação da Índia.	18
Figura 5 - Escolas do Estado do Rio Grande do Sul	19
Figura 6 - Redes de Ensino Escolar do município de Canoas (RS)	20
Figura 7 - Visualização das camadas de dados em um SIG	23
Figura 8 - Camadas Raster e Vetor em um GIS.....	24
Figura 9 - Localização de escolas do Alagoas sem água potável	25
Figura 10 - Sistema de banco de dados com SGBD	27
Figura 11 - Análise do tempo de deslocamento entre alunos-escola em Porto Alegre (RS). (LI=Linhas de insuficiência)	30
Figura 12 - Qualificação da acessibilidade a escolas de ensino fundamental em Montes Claros (MG)	31
Figura 13 - Análise espacial de dados educacionais por Clusters	33
Figura 14 - Infraestrutura do ArcGIS Enterprise	35
Figura 15 - Unidades educacionais de São Paulo - Plataforma GeoSeade	38
Figura 16 - Escolas de Educação Infantil de Canoas (RS) - Plataforma Geocanoas	40
Figura 17 - Consulta de unidades educacionais pela ferramenta "Próximo a mim" - Plataforma Geocanoas.....	41
Figura 18 - Localização de Florianópolis (SC).....	44
Figura 19 - Área de estudo - Região norte do município de Florianópolis (SC)	45
Figura 20 - Mapa de localização das UE - Região norte de Florianópolis (SC).....	50
Figura 21 - Mapa de Setores Censitários - Região norte de Florianópolis (SC).....	51
Figura 22 - Fluxograma da metodologia.....	55
Figura 23 - Tabela das unidades escolares de Florianópolis	57
Figura 24 - Tabela das unidades escolares de Florianópolis	58
Figura 25 - Espacialização dos pontos de coordenadas das UE de Florianópolis (SC)	59
Figura 26 - Detalhe da delimitação das Unidades Escolares de Florianópolis	60

Figura 27 - Pontos e polígonos das Unidades Escolares da região central de Florianópolis (SC).....	61
Figura 28 - Visualização do projeto das Unidades Escolares da região central de Florianópolis no ArcGIS Online	63
Figura 29 - Agregação dos pontos das Unidades Escolares no ArcGIS Online	64
Figura 30 - Agregação dos pontos das Unidades Escolares no ArcGIS Online	66
Figura 31 - Ferramenta de Pontos aleatórios em polígonos do QGIS.....	69
Figura 32 - Delimitação da mancha urbana como poligonal de entrada	70
Figura 33 - Configuração da Ferramenta de Pontos aleatórios em polígonos do QGIS	71
Figura 34 - Parâmetros de configuração da ferramenta Matrix da ORS Tools.....	75
Figura 35 - Exemplo da tabela resultante da ferramenta Matrix da ORS Tools	76
Figura 36 - Esquema hierárquico entre UEs conforme faixas de deslocamento	77
Figura 37 - Parâmetros de configuração da ferramenta Isochrones from Point-Layer da ORS Tools.....	78
Figura 38 - Exemplo de isócrona resultante da ferramenta Isochrones from Point-Layer da ORS Tools.....	79
Figura 39 - Projeto das Unidades Escolares da área de estudo no ArcGIS Online...	81
Figura 40 - Projeto das Unidades Escolares da área de estudo no Experience Builder	82
Figura 41 - Definições do Widget de filtro no Experience Builder.....	83
Figura 42 - Parâmetros de configuração dos gatilhos no Experience Builder	84
Figura 43 - Geoportal da Educação de Florianópolis no ArcGIS Experience Builder	85
Figura 44 - Aplicativo Near Me do ArcGIS Experience Builder.....	86
Figura 45 - Ferramenta de Filtro por tipologia de ensino no ArcGIS Experience Builder	87
Figura 46 - Acesso integrado ao Street View	88
Figura 47 - Mapa da distribuição de alunos (simulados) por UEs da área de estudo	89
Figura 48 - Visualização espacial de alunos EEB Intendente José Fernandes por faixa de deslocamento percorrido (a) N/A (b) faixa A (c) faixa B (d) faixa C	92
Figura 49 - Visualização espacial isócronas e alunos EEB Intendente José Fernandes por faixa de deslocamento percorrido (a) N/A (b) faixa A (c) faixa B (d) faixa C	93

Figura 50 - Visualização espacial de alunos EEB de Muquem por faixa de deslocamento percorrido (a) N/A (b) faixa A (c) faixa B (d) faixa C	97
Figura 51 - Visualização espacial isócronas e alunos EEB de Muquem por faixa de deslocamento percorrido (a) N/A (b) faixa A (c) faixa B (d) faixa C	98
Figura 52 - Visualização espacial de alunos EEM Jacó Anderle por faixa de deslocamento percorrido (a) N/A (b) faixa A (c) faixa B (d) faixa C	102
Figura 53 - Visualização espacial isócronas e alunos EEM Jacó Anderle por faixa de deslocamento percorrido (a) N/A (b) faixa A (c) faixa B (d) faixa C	103
Figura 54 - Geoportal da educação de Florianópolis – gestão no Experience Builder	106
Figura 55 - Exemplo da seleção e filtragem interativa das feições de alunos simulados	107
Figura 56 - Camada de Isócrona de deslocamento sobreposto ao widget de filtro .	108
Figura 57 - Ferramenta de edição de feições do geoportal	109
Figura 58 - Definições de configuração para o widget de Análises do portal	110
Figura 59 - Definições de configuração para o widget de Análises do portal	111
Figura 60 - Camada resultante “Gerar Áreas de Viagem” do widget de análises....	112
Figura 61 - Definições para seleção de feições como entrada de análise	113
Figura 62 - Definições de configuração para o widget de Análises do portal	114
Figura 63 - Camada resultante “Calcular Custo da Viagem” do widget de análises	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quadro comparativo de dados dos distritos da região norte de Florianópolis	47
Tabela 2 - Especificação escolar estadual - UES da região norte de Florianópolis ..	49
Tabela 3 - Conjunto de materiais e softwares utilizados na pesquisa (cont)	53
Tabela 4 – Intervalos de áreas (Ha) para criação de pontos aleatórios	70
Tabela 5 - Metadados dos atributos criados para alunos	72
Tabela 6 - Dados de Matrículas e Transporte Escolar na EEB Intendente José Fernandes	91
Tabela 7 - Alunos da EEB Intendente José Fernandes por faixa de transporte – análise de ajuste	94
Tabela 8 - Alunos da EEB Intendente José Fernandes por faixa de transporte - análise pós ajuste.....	95
Tabela 9 - Dados de Matrículas e Transporte Escolar na EEB de Muquem	96
Tabela 10 - Alunos da EEB de Muquem por faixa de transporte - análise de ajuste.	99
Tabela 11 - Alunos da EEB de Muquem por faixa de transporte - análise pós ajuste	100
Tabela 12 - Dados de Matrículas e Transporte Escolar na EEB Jacó Anderle	101
Tabela 13 - Alunos da EEM Jacó Anderle por faixa de transporte - análise de ajuste	104
Tabela 14 - Alunos da EEM Jacó Anderle por faixa de transporte - análise pós ajuste	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEB	<i>ArcGIS Experience Builder</i>
ArcSDE	<i>Spatial Data Server</i>
CIASC	Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina
CGA	Consórcio Geoespacial Aberto
EEB	Escola de Ensino Básico
EEM	Escola de Ensino Médio
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ESRI	<i>Environmental Systems Research Institute</i>
FIESC	Federação das Indústrias de Santa Catarina
GEOLAB	Laboratório de Geoprocessamento
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GSaaS	<i>Geoespacial Software as a Service</i>
HeiGIT	Instituto de Tecnologia de Geoinformação de Heidelberg
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPUF	Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
ITC	Inventário de Terras do Canadá
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais
QGIS	Quantum Geographical Information System
SAD	Sistemas de Apoio à Decisão
SEAD	Sistemas Espaciais de Apoio à Decisão
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SED/SC	Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina
SGBDs	Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGC	Sistema de Informação Geográfica do Canadá
SMED	Secretaria Municipal de Educação de Belo Horizonte
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UE	Unidade de Ensino
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
WCS	<i>Web Coverage Service</i>
WFS	<i>Web Feature Service</i>

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	OBJETIVO	14
2.1.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3.	ESTADO DA ARTE	15
4.	REFERENCIAL TEÓRICO	22
4.1.	GEOPROCESSAMENTO E SIG NA GESTÃO EDUCACIONAL	22
4.2	BASE DE DADOS EDUCACIONAL	26
4.3	MODELAGEM DE DADOS EDUCACIONAIS EM AMBIENTE SIG	29
4.4	PROJETO CARTOGRÁFICO EM WEBGIS (GEOPORTAL)	33
4.5	GEOSERVIÇOS E GEOPORTAIS DA EDUCAÇÃO	36
4.6	IMPORTÂNCIA E APLICABILIDADE DE GEOPORTAIS NO PLANEJAMENTO	42
5.	ÁREA DE ESTUDO	44
6.	MATERIAIS E MÉTODOS	53
6.1.	MATERIAIS	53
6.2.	MÉTODO	54
6.2.1.	Geoportal da Educação de Florianópolis	56
6.2.1.1.	<i>Análise dos Dados</i>	<i>56</i>
6.2.1.2.	<i>Geoprocessamento dos Dados</i>	<i>58</i>
6.2.1.3.	<i>Plataforma Online (ArcGIS Online)</i>	<i>61</i>
6.2.1.4.	<i>ArcGIS Experience Builder e Aplicações</i>	<i>65</i>
6.2.2.	Simulação da Base de Dados Estudantil	67
6.2.2.1.	<i>Construção e Simulação da Base de Dados Estudantil</i>	<i>68</i>
6.2.2.2.	<i>Simulação das Distâncias entre Alunos e Unidades Educacionais</i>	<i>73</i>
6.2.2.3.	<i>Geração de Isócronas de Deslocamento</i>	<i>77</i>
6.2.3.	Integração dos Dados Simulados ao ArcGIS Online e Experience Builder	80
7.	RESULTADOS E ANÁLISES	85
7.1.	GEOPORTAL DA EDUCAÇÃO DE FLORIANÓPOLIS - WEBMAP PÚBLICO	85
7.2.	ESTUDO DE CASO - DISTRITOS DA REGIÃO NORTE DE FLORIANÓPOLIS – SC	88
7.2.1.	EEB Intendente José Fernandes	90
7.2.2.	EEB de Muquem	95
7.2.3.	EEM Jacó Anderle	100

7.3.	GEOPORTAL DA EDUCAÇÃO DE FLORIANÓPOLIS - WEBMAP À GESTÃO	106
7.4.	AVALIAÇÃO DOS GEOPORTAIS DA EDUCAÇÃO	116
8.	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO	118
	REFERÊNCIAS	122

1. INTRODUÇÃO

A educação é uma parte intrínseca de qualquer sociedade civilizada, desempenhando um papel crucial na formação de um recurso humano de alta qualidade para a nação. Desigualdades regionais, concentração de escolas em áreas urbanas e a disponibilidade de recursos educacionais variam significativamente em diferentes localidades. Para enfrentar esses desafios e garantir uma educação de qualidade para todos, os gestores necessitam de ferramentas poderosas que permitam analisar dados georreferenciados de forma eficiente. É nesse contexto que os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) emergem como uma solução transformadora, capaz de fornecer *insights* valiosos para a tomada de decisões estratégicas e a elaboração de políticas públicas mais eficazes. (Agrawal; Gupta, 2016)

Ao integrar dados geográficos educacionais e ferramentas de análise espacial, há uma variedade de incógnitas a serem exploradas, como por exemplo, a possibilidade de mapear desigualdades, identificar padrões, otimizar recursos, reconhecer necessidades e demandas, entre outros. Essa união permite uma compreensão mais profunda das relações entre o espaço geográfico e os processos educacionais, possibilitando a criação de políticas públicas mais assertivas, a melhoria da qualidade do ensino e a promoção da equidade educacional.

O SIG abrange um conjunto de ferramentas e técnicas projetadas para trabalhar com dados geoespaciais, facilitando processos de análise e tomada de decisões. Sua aplicabilidade se estende por diversos campos, desde setores governamentais e comerciais até serviços sociais e defesa. No contexto contemporâneo, a proliferação de dados de localização experimentou um crescimento exponencial, atribuído aos avanços em sensoriamento remoto, Sistema de Posicionamento Global (GPS) e geoprocessamento.

Esse aumento resultou em uma demanda crescente por SIG e WebGIS, como destacado por Openshaw e Abrahart (2000). Atualmente, o componente de localização serve como referência para a maioria das pessoas, empresas e organizações governamentais, marcando uma mudança crucial na dinâmica dos dados.

Nesse sentido, o tema central desta pesquisa consiste na aplicação de geotecnologias para apoiar o planejamento e a organização da rede educacional estadual por meio da modelagem da base de dados educacional da Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina (SED/SC) em ambiente SIG com disponibilização em Geoportal, com aplicação no município de Florianópolis (SC).

A investigação concentra-se no desenvolvimento de uma base espacial integrada que representa unidades escolares estaduais e estudantes, considerando os dados disponibilizados pelo Censo Educacional de 2022 do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2023). A partir desses produtos analíticos, a pesquisa propõe a construção de dois geoportais complementares. O primeiro, destinado ao acesso público, visa oferecer consultas simples e diretas sobre a localização das unidades escolares de Florianópolis, disponibilizando informações como tipo e modalidade de ensino, gestão administrativa e grades ofertadas.

No Brasil, a oferta da educação básica é organizada a partir de uma divisão de atribuições entre os entes federativos, conforme estabelecido pela Constituição Federal de 1988 e pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996). De modo geral, a educação infantil e os anos iniciais do ensino fundamental (ensino fundamental I) são de responsabilidade prioritária dos municípios, enquanto os anos finais do ensino fundamental (ensino fundamental II) e o ensino médio concentram-se, predominantemente, sob a gestão dos estados e da União.

Essa organização busca promover a descentralização administrativa e a adequação da oferta educacional às diferentes escalas de gestão, influenciando diretamente a distribuição territorial das unidades escolares, a alocação de recursos e o planejamento da rede de ensino. A compreensão dessa divisão de competências é fundamental para análises espaciais da rede educacional, uma vez que condiciona a localização das escolas, suas áreas de abrangência e a articulação entre as diferentes esferas administrativas no atendimento à população estudantil.

De acordo com o Censo Educacional de 2022 do INEP, o município de Florianópolis apresenta 311 unidades educacionais em funcionamento, sendo 4 federais, 47 estaduais, 124 municipais e 136 privadas, oferecendo ensino infantil,

fundamental, médio, cursos técnicos de diferentes modalidades, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e magistérios.

O segundo geoportal, de uso restrito à gestão educacional, caracteriza uma análise espacial recortada para a área de estudo, abrangendo exclusivamente as unidades da rede estadual de ensino localizadas nos distritos do norte da Ilha de Santa Catarina. Nesse ambiente, são integradas análises avançadas que exploram a relação entre estudantes e unidades de ensino (UE), incluindo simulação de localização, cálculo de deslocamentos conforme a legislação vigente, mapas de abrangência escolar e isócronas de acesso.

A SED/SC desempenha atividades e projetos de gestão que abrangem a coordenação educacional do Estado, desde a administração de recursos financeiros, controle e elaboração de planos educacionais, suporte e preparação pedagógica para formação de professores e gestores educacionais, e dentre outras responsabilidades, destacam-se as ações de manutenção das unidades educacionais, que englobam reformas das infraestruturas, aquisição de equipamentos e materiais didáticos, serviços de alimentação e transporte escolar, entre outros. Essas ações visam a promoção e continuidade da qualidade do ensino educacional em Santa Catarina, garantindo o acesso e permanência dos alunos nas escolas (SED/SC, 2024).

Nesse sentido, a proposta foi concebida para simular problemas reais enfrentados pela gestão educacional, como a identificação e distribuição da demanda de matrículas em regiões de alta densidade demográfica, além da quantificação e gerenciamento dos estudantes dependentes do transporte escolar. Ao integrar análises avançadas como simulação de localização, cálculo de deslocamentos conforme a legislação vigente, mapas de abrangência e isócronas de acesso, esse segundo geoportal configura-se como uma potencial ferramenta de suporte à tomada de decisão, contribuindo para o diagnóstico territorial, a alocação eficiente de recursos e o planejamento estratégico no contexto estudado.

Santos e Paula (2023) realizaram um estudo na Secretaria Municipal de Educação de Belo Horizonte (SMED) em Minas Gerais, com objetivo de analisar a atuação e necessidades da secretaria, descrever o fluxo das informações e identificar os problemas ligados ao processo de tomada de decisão baseada nestas informações. Os autores discutem a implementação de um sistema de informações georreferenciadas como uma possível solução e suporte à SMED, ao promover aos

gestores acesso a informações estratégicas, tornando o processo decisório mais assertivo, embasado em informações e dados concretos.

A gestão referenciada ao território é uma abordagem cada vez mais essencial em várias esferas da administração pública. Em áreas como saúde, assistência social, educação e segurança pública, a compreensão do território e suas dinâmicas é vital para a prestação e manutenção de serviços eficazes. Nas cidades, essa abordagem ganha ainda mais relevância, já que esses espaços são verdadeiros mosaicos de atividades sociais, econômicas e culturais, cada uma contribuindo para a ocupação e organização do território (Amorim, *et al.* 2016).

Nesse contexto, o mapeamento e a coleta de informações sobre esses territórios tornam-se fundamentais para o planejamento urbano e a implementação de políticas públicas eficientes. As cidades são espaços dinâmicos e multifacetados, com áreas que apresentam necessidades, características e desafios específicos. Compreender essa diversidade é crucial para promover intervenções adequadas e direcionadas, garantindo uma gestão mais eficiente e orientada às demandas locais (Santos; Ferreira de Paula, 2023).

1.1. JUSTIFICATIVA

A partir da demanda por serviços voltados à visualização da realidade e relação espacial entre unidades educacionais e estudantes no município de Florianópolis (SC), surge a necessidade de sistematizar e espacializar o banco de dados da SED/SC. Esta instituição apresenta de forma consolidada a gestão e organização dos dados em tabelas, fornecendo as mais variadas informações sobre as instituições de ensino e seus respectivos alunos.

O estudo de uma realidade a partir de dados tabulares apresenta seu valor na geração de gráficos e estatísticas, porém mostram-se insuficientes para entender plenamente a configuração espacial de uma realidade. A espacialização dos dados deve ocorrer visando o reconhecimento da realidade educacional de Florianópolis, capital catarinense que apresenta grande quantidade de alunos e demandas por vagas escolares (Correio de Santa Catarina, 2023).

Os gestores enfrentam a necessidade de acessar, analisar e distribuir informações de forma ágil e simplificada. Um sistema de informações adaptado às demandas do usuário, combinado com ferramentas que garantam o

armazenamento, atualização e manutenção dessas informações, é crucial para embasar a tomada de decisões (Santos; Ferreira de Paula, 2023)

Em Florianópolis, o maior desafio educacional é a crescente demanda por vagas, especialmente na região Norte da Ilha, onde a população tem aumentado rapidamente (SECOM, 2023). Do ponto de vista dos gestores, entender a dinâmica regional e a demanda por vagas escolares é essencial para garantir que os recursos e a infraestrutura estejam alinhados às necessidades da população. Cada região da cidade possui características únicas, como densidade populacional, crescimento demográfico e contextos socioeconômicos, que influenciam diretamente a demanda por vagas.

A representação e visualização espacial destas diferentes realidades no território, por meio de geoportais, potencializam e enriquecem o processo de tomada de decisão. Atualmente, a utilização de geotecnologias e suas aplicações no contexto administrativo da esfera pública, caracteriza-se como um componente faltante, pouco ou mal explorado. Na gestão educacional, a tomada de decisão se torna mais precisa quando baseada em evidências fornecidas por dados interativos e georeferenciados, permitindo ajustes ágeis na distribuição de vagas e recursos. A geovisualização também facilita a colaboração entre diferentes *stakeholders*, como o município e o governo estadual, promovendo um diálogo mais eficiente e embasado (Santos; Ferreira de Paula, 2023).

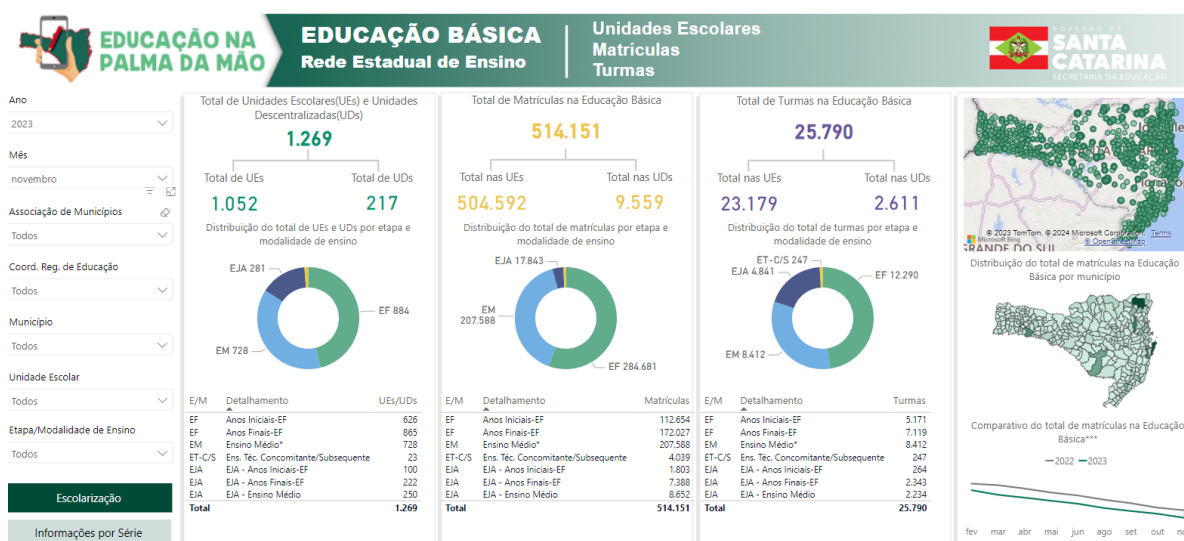
Em 2019, em parceria com o Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina (CIASC), a SED/SC desenvolveu um sistema de inteligência de dados intitulado “Educação na Palma da Mão”, como uma iniciativa para tornar as informações referentes à educação catarinense mais dinâmicas, detalhadas e transparentes (SED/SC, 2023). A ferramenta contém, por exemplo, informações sobre matrículas, escolas especiais, índices nacionais de qualidade, os investimentos em bolsas para cursos de graduação e pós-graduação, os resultados da avaliação institucional e as taxas de aprovação, reprovação e abandono escolar, entre outros.

Combinando acessibilidade e tecnologia, o programa “Educação na Palma da Mão” da SED/SC se alinha às melhores práticas de transparência pública, promovendo a democratização do acesso à informação. Além de facilitar a gestão e o monitoramento de indicadores educacionais pelos gestores, o programa oferece

à população em geral a possibilidade de acompanhar o desempenho e a estrutura das unidades educacionais do estado.

O painel de matrículas (Figura 1), por exemplo, exibe os dados educacionais em um modelo de Dashboard¹, dispondo as informações em forma de gráficos de setores e uma série de estatísticas ligadas aos temas de análise. Adicionalmente, apresenta visualizadores com a informação espacial dos dados, com pontos que representam a localização de unidades escolares estaduais, a distribuição e gráficos comparativos de total de matrículas por município do Estado (SED/SC, 2024).

Figura 1 - Estrutura do painel “Educação na Palma da Mão” matrículas da SED/SC



Fonte: SED/SC (2023).

Nesse contexto, a SED/SC apresenta um histórico significativo de dados e temáticas dinâmicas a serem exploradas. A adoção de Dashboards interativos que incorporam componentes espaciais ligados aos dados educacionais, como o de matrículas por municípios, demonstram que a SED/SC está disposta a explorar soluções geotecnológicas para auxiliar o processo de tomada de decisão educacional, seja na esfera estadual como municipal.

¹ Dashboard é uma apresentação de informações e dados que permite monitorar eventos, tomar decisões, informar outras pessoas e ver tendências. Os painéis são projetados para exibir diversas visualizações que funcionam juntas em uma única tela. Eles oferecem uma visão abrangente dos dados e fornecem insights importantes para tomada de decisão (Sarıkaya et al., 2019).

Essa iniciativa tecnológica, como a do painel “Educação na Palma da Mão”, representa um avanço importante para a transparência dos dados, para o acompanhamento estatístico das matrículas e para a visualização geral das unidades escolares. Entretanto, a plataforma opera essencialmente como um painel de relatórios, não como uma ferramenta de análise geoespacial. Atualmente, não há uma infraestrutura estadual de dados espaciais que apresente de forma integrada a configuração territorial das informações educacionais produzidas por Santa Catarina.

Em nível municipal, poucas prefeituras catarinenses dispõem de geoportais voltados à consulta de dados públicos, sendo a maioria direcionada sobretudo ao cadastro territorial, como lotes, quadras e bairros. Nesse contexto, observa-se uma lacuna significativa no uso sistemático de SIG aplicado à educação, especialmente para apoiar análises de acesso, deslocamento e cobertura territorial das unidades escolares.

A realidade educacional de Florianópolis, em constante transformação, exige ferramentas que acompanhem o ritmo das mudanças e proporcionem uma visão mais clara e estratégica do setor. Nesse contexto, o desenvolvimento de um Geoportal da Educação, uma plataforma online e interativa, surge como uma solução que vai ao encontro das demandas de visualização espacial da SED/SC, e ainda contribui com o acesso à informação e transparência dos dados educacionais do município. Ao unir dados geoespaciais e as novas geotecnologias, o Geoportal não apenas resgata o potencial analítico do planejamento territorial, mas também amplia a capacidade de visualização e resposta às necessidades educacionais.

2. OBJETIVO

Desenvolver um modelo de inteligência geográfica voltado ao planejamento educacional, integrando dois geoportais: um de transparência pública em escala municipal (Florianópolis) e outro como uma ferramenta de gestão educacional aplicada à região norte da Ilha como projeto-piloto para visualização, diagnóstico e otimização da rede escolar.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Modelar e integrar as bases de dados do INEP e da SED/SC, incluindo a criação de uma base simulada de localização dos alunos.
- b) Desenvolver e publicar geoportais (público e de gestão) utilizando ferramentas de Web GIS, integrando o projeto cartográfico estruturado à funcionalidade de consulta e edição de dados espaciais
- c) Realizar análises geoespaciais de deslocamento (isócronas e matrizes de distância) para diagnosticar o fluxo aluno-escola e propor cenários de otimização do atendimento escolar baseados na proximidade territorial
- d) Avaliar a usabilidade, a qualidade cartográfica e o potencial de apoio à tomada de decisão dos geoportais desenvolvidos, por meio de formulários de avaliação.

3. ESTADO DA ARTE

Neste capítulo, são apresentadas e discutidas iniciativas consolidadas de Geoportais da Educação que serviram de referência conceitual e metodológica para o desenvolvimento da presente pesquisa. A análise dessas experiências permite identificar padrões, potencialidades e limitações, além de situar o Geoportal da Educação proposto neste trabalho em relação às práticas já existentes, contribuindo para a compreensão de sua relevância e originalidade no contexto da gestão educacional brasileira e internacional.

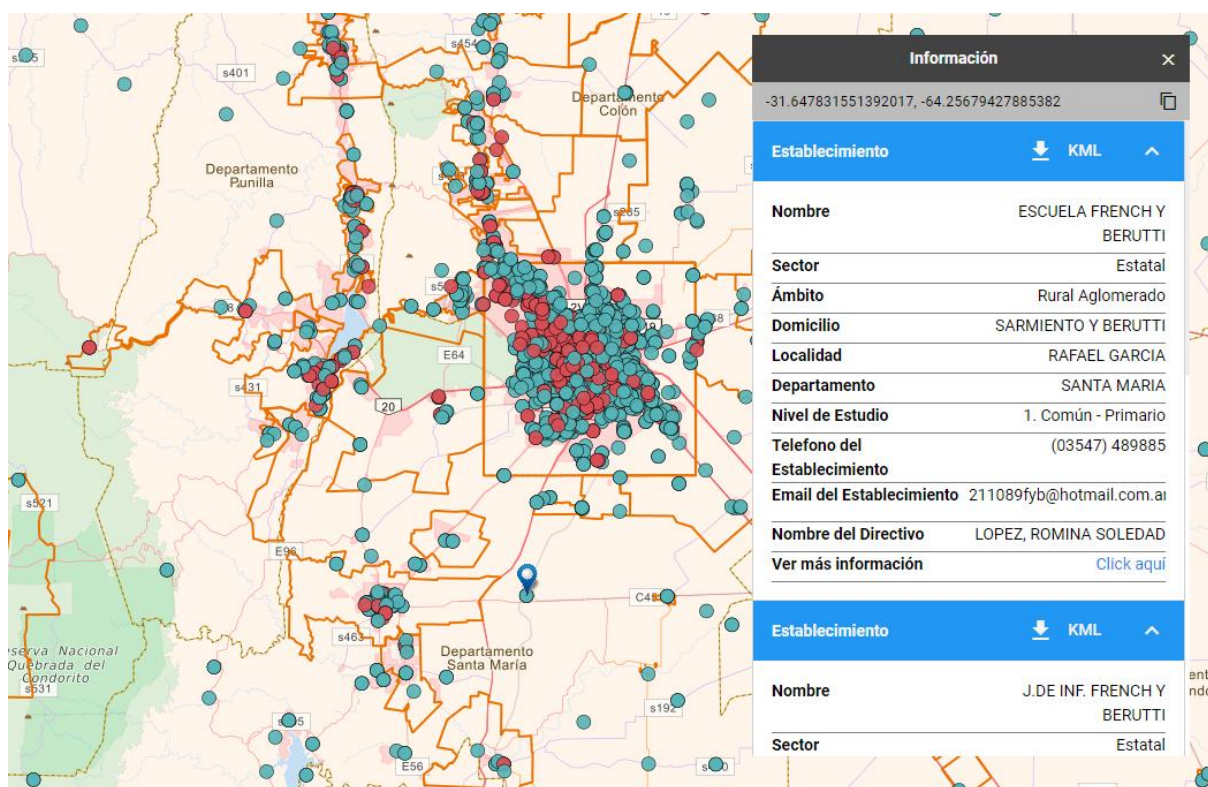
O avanço das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e das geotecnologias tem ampliado significativamente as possibilidades de análise, gestão e disseminação de informações no setor público. No campo educacional, a incorporação de SIG possibilitou a construção de Geoportais da Educação, plataformas digitais que integram dados espaciais e informações institucionais, permitindo a visualização, análise e compartilhamento da distribuição territorial das redes de ensino.

A criação de Geoportais da Educação em diferentes países demonstra a tendência global de utilizar tecnologia geoespacial para aprimorar o setor educacional. Na Argentina, por exemplo, especificamente em Córdoba, foi implementado em uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) uma série de dados geográficos e mapas da província, entre eles o mapa de “Establecimientos Educativos” (Córdoba, 2023).

Esse Geoportal² fornece uma gama de informações georreferenciadas sobre instituições educacionais, apresentando dados da unidade educacional e tipologia de ensino, o que facilita o acesso a informações relevantes para o planejamento educacional (Figura 2). Essas plataformas incluem mapas interativos, análises espaciais e informações detalhadas sobre as escolas, permitindo uma tomada de decisão mais informada para políticas educacionais e de planejamento.

² Geoportal da educação de Córdoba - Argentina, disponível em:
<https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/77>

Figura 2 - Mapa de Establecimientos Educativos de Córdoba - Argentina

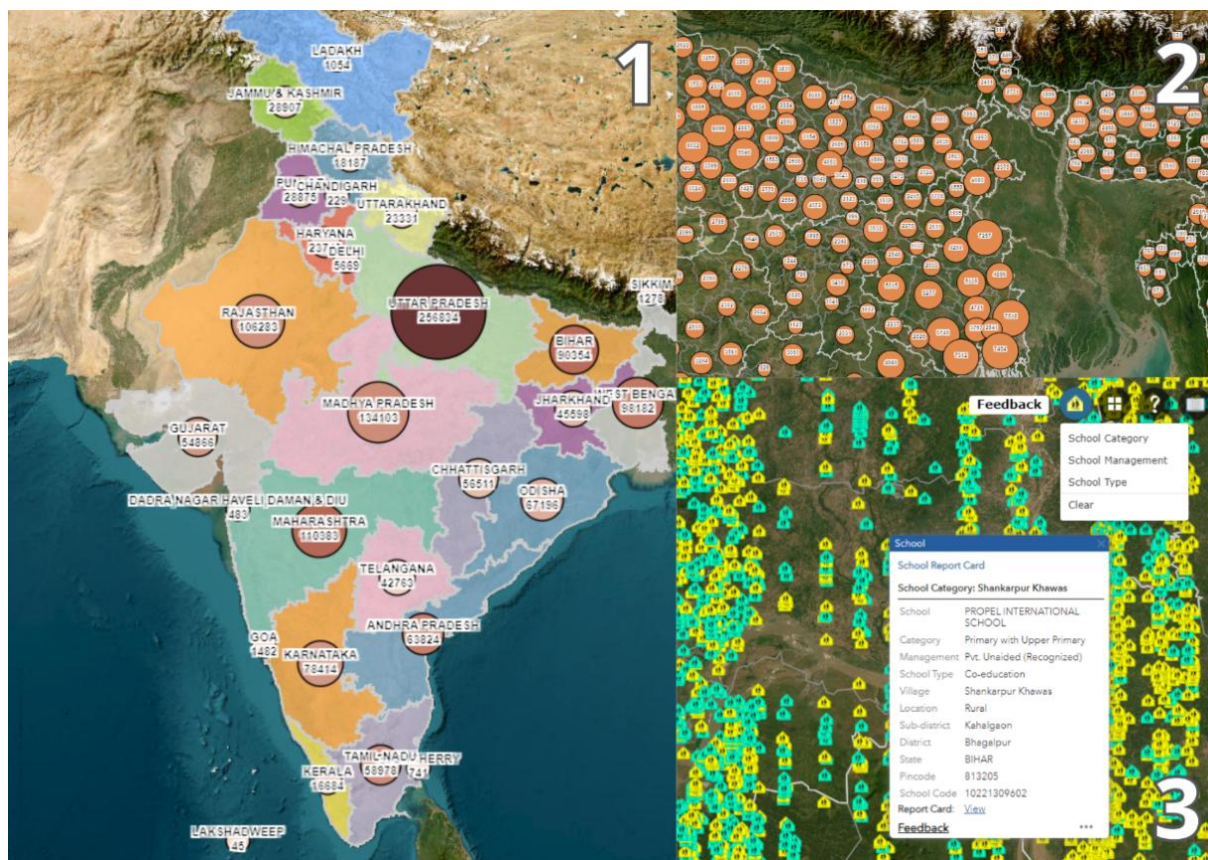


Fonte: Córdoba (2023).

Na Índia, o uso de tecnologia geoespacial na educação é ainda maior. De acordo com o Ministério da Educação Indiano (UDISE+, 2023), o sistema de educação escolar na Índia é um dos maiores do mundo, compreendendo mais de 1,48 milhões de escolas, 9,5 milhões de professores e mais de 265 milhões de estudantes de diversas origens socioeconômicas em 28 estados e 8 territórios da União (UDISE+, 2023). Buscando a aplicação de TICs, o Departamento de educação escolar e alfabetização do país explorou a aplicação de SIG e ferramentas de mapeamento para visualizar dados educacionais, como a localização de escolas, infraestrutura educacional e análises socioeconômicas em um Geoportal³ da educação (Figura 3). Essa infraestrutura é incrivelmente robusta e atende em tempo real toda extensão do território indiano, em diferentes escalas.

³ Geoportal da educação da Índia, disponível em: <https://schoolgis.nic.in/>

Figura 3 - Mapa Interativo de Estabelecimentos Educacionais da Índia
Nível Federal (1); Nível regional (2); Nível local (3)

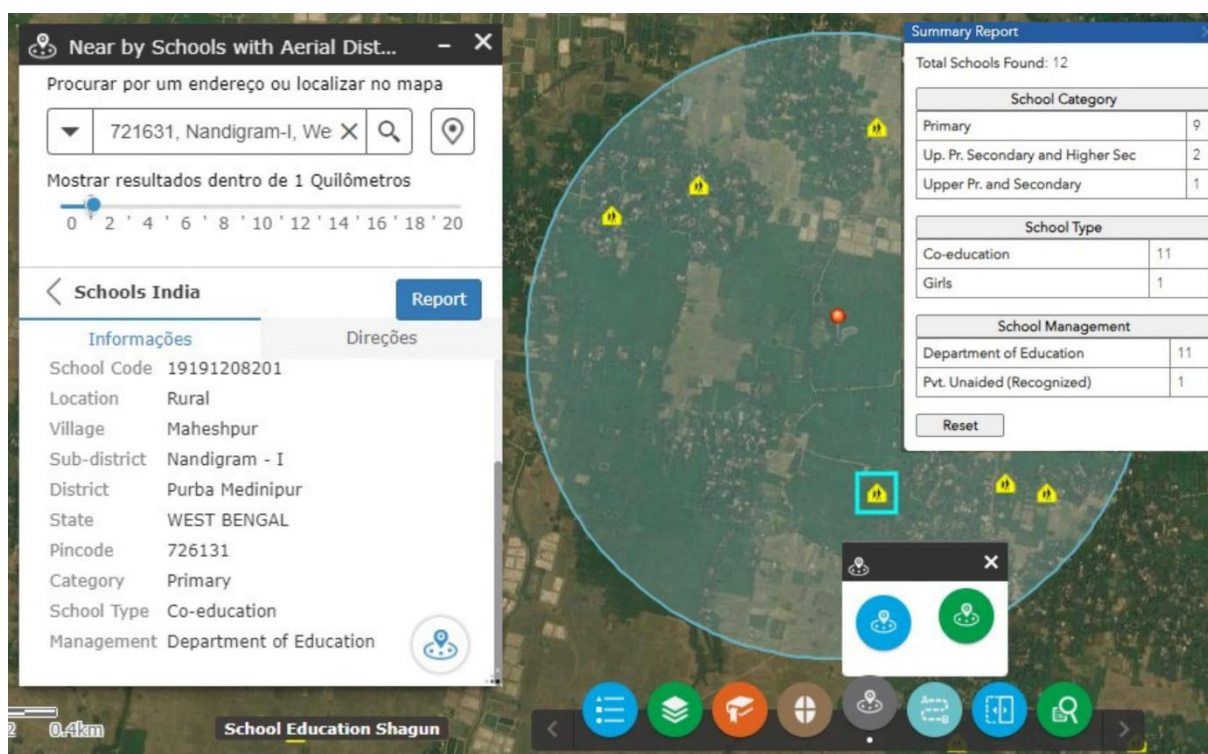


Fonte: INDIA (2023). Elaborado pela autora (2024).

A plataforma que hospeda e sustenta esse Geoportal é oferecida pela ESRI, como componente do ArcGIS online, o ArcGIS Web AppBuilder. Nele foi implementado uma série de ferramentas que permitem a realização de análises espaciais baseadas na localização, nos tipos e categorias das escolas, assim como a filtragem de camadas e criação de rotas com direcionamentos a partir de pontos específicos.

É possível também localizar em um raio (customizável) quais as escolas mais próximas de um ponto no mapa, isso graças a uma aplicação da plataforma chamada “Near Me”, traduzida para “próximo a mim”. Ela lista quais as instituições (juntamente com seus dados) e oferece um sumário sobre a quantidade, a categoria, o tipo, e a forma de administração das escolas que se encontram dentro do raio estabelecido, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 - Aplicações Interativas do Geoportal da educação da Índia.

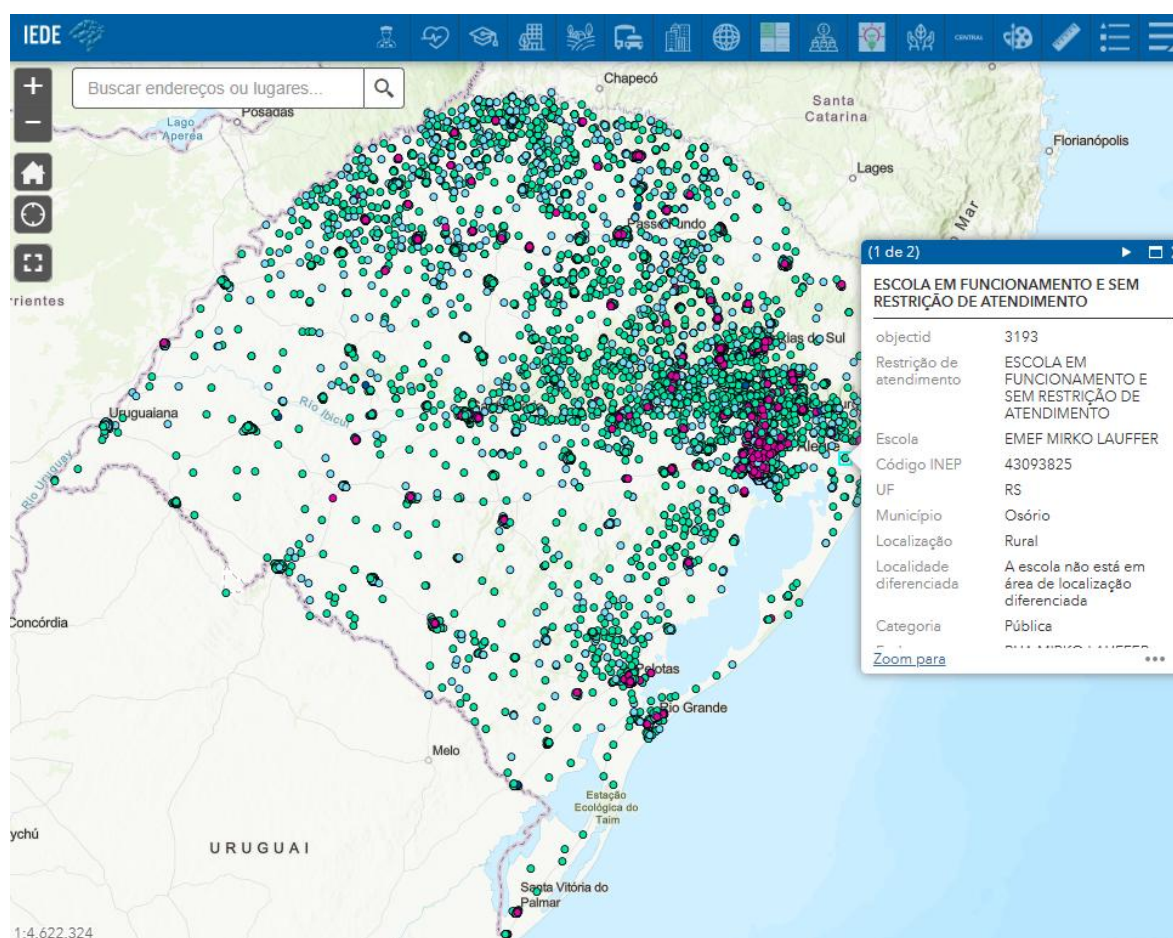


Fonte: INDIA (2023).

Nos últimos anos, o Brasil tem avançado de forma significativa no desenvolvimento de iniciativas voltadas à organização, integração e disseminação de informações geoespaciais, especialmente por meio das Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE). Essas iniciativas têm como objetivo principal facilitar o acesso a dados públicos, promover a transparência e apoiar o planejamento e a tomada de decisão em diferentes escalas de gestão. Diversos estados brasileiros já estruturaram suas próprias IDEs, integradas a padrões nacionais e internacionais, fortalecendo o uso de informações territoriais em políticas públicas.

Um exemplo relevante é o estado do Rio Grande do Sul, que dispõe de uma Infraestrutura de Dados Espaciais estadual na qual estão disponibilizadas informações georreferenciadas sobre a rede de ensino (Figura 5). Nessa plataforma, as unidades escolares são organizadas de acordo com sua dependência administrativa — federal, estadual, municipal e privada. A disponibilização desses dados em ambiente web possibilita uma leitura territorial da rede de ensino, contribuindo para análises relacionadas à cobertura espacial, à distribuição das instituições e ao apoio à gestão pública educacional.

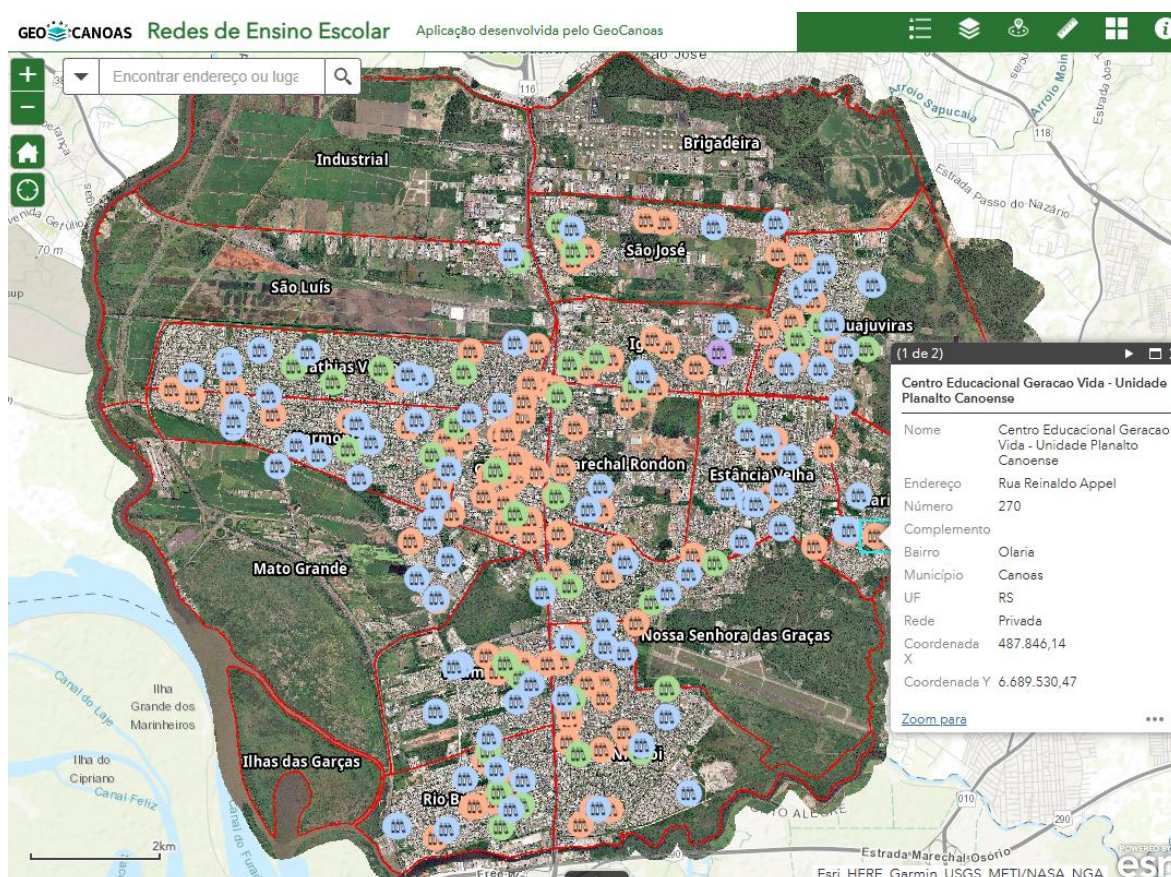
Figura 5 - Escolas do Estado do Rio Grande do Sul



Fonte: IEDE/RS (2025).

Em escala local, destaca-se a iniciativa do município de Canoas (RS), por meio do GeoCanoas, geoportal municipal que integra diferentes camadas de informação territorial, incluindo a localização das unidades escolares (Figura 6). Assim como na experiência estadual, as escolas são categorizadas segundo a dependência administrativa (federal, estadual, municipal e privada), favorecendo a compreensão da organização da rede educacional no território municipal. Essa abordagem reforça o papel dos geoportais como instrumentos de apoio ao planejamento urbano e educacional em nível local.

Figura 6 - Redes de Ensino Escolar do município de Canoas (RS)



Fonte: GeoCanoas (2025).

Tanto a IDE do Rio Grande do Sul quanto o GeoCanoas utilizam tecnologias vinculadas à plataforma ArcGIS Online, com aplicações desenvolvidas a partir do ArcGIS Web AppBuilder. Essas plataformas incorporam recursos de visualização interativa e ferramentas espaciais que ampliam a exploração dos dados, como a funcionalidade Near Me, que permite identificar equipamentos educacionais próximos a um determinado ponto no mapa. A presença dessas ferramentas evidencia uma tendência de adoção de soluções tecnológicas voltadas não apenas à visualização dos dados, mas também ao suporte a análises espaciais básicas, fortalecendo o uso de informações georreferenciadas na gestão educacional.

De forma geral, as iniciativas brasileiras analisadas demonstram avanços importantes na disponibilização pública de dados educacionais georreferenciados. No entanto, ainda se observa que muitas dessas plataformas concentram-se na visualização e consulta das informações, apresentando limitações quanto à integração de análises espaciais mais complexas e ao suporte direto à tomada de decisão educacional. Esse cenário reforça a relevância de propostas que busquem

ampliar o uso estratégico dos SIG e dos geoportais no planejamento e na gestão da educação.

A criação de Geoportais da Educação, como evidenciado pelos exemplos da Índia, de Córdoba (Argentina), e das iniciativas brasileiras, destaca-se como uma ferramenta aplicável para a gestão e o planejamento educacional contemporâneos. Com essa plataforma, gestores, planejadores e a comunidade em geral ganham uma visão ampla e detalhada da rede escolar, promovendo a democratização do acesso à informação e incentivando a participação colaborativa no processo decisório (Barcellos *et al.*, 2008; Nascimento *et al.*, 2020).

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. GEOPROCESSAMENTO E SIG NA GESTÃO EDUCACIONAL

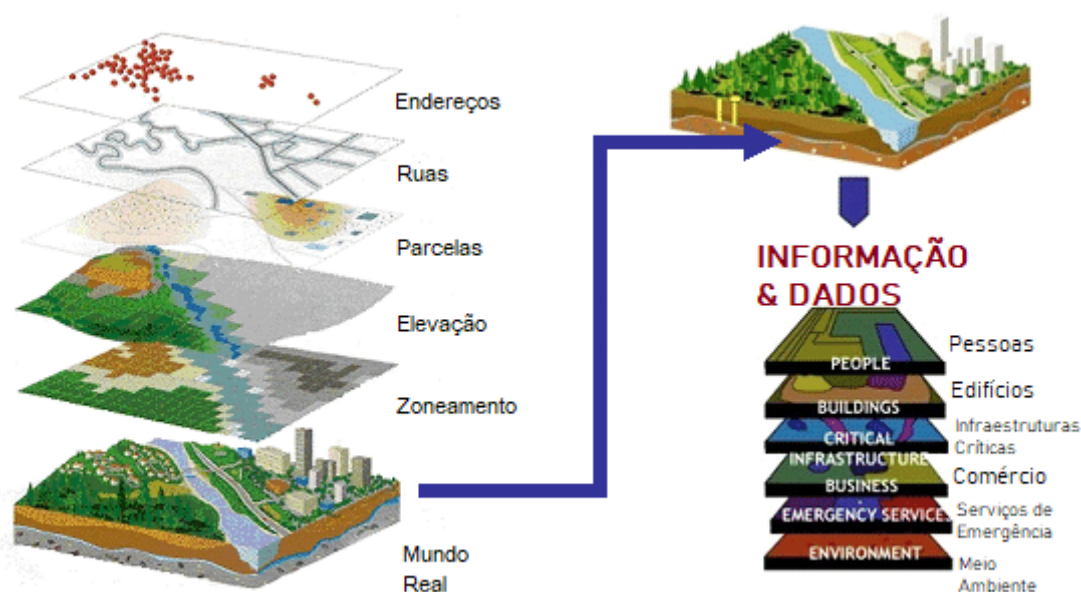
A inovação tecnológica tem sido um divisor de águas na Cartografia, proporcionando não apenas o tratamento, armazenamento e processamento eficientes dos dados, mas também sua integração em sistemas complexos capazes de conduzir análises, combinações e construção de modelos cartográficos. Uma distinção conceitual relevante apontada por Pina e Santos (2000) é entre Geoprocessamento e SIG, sendo este último uma das técnicas englobadas pelo primeiro.

O Geoprocessamento, termo abrangente, envolve uma gama diversificada de tecnologias para tratamento e manipulação de dados geográficos, destacando-se o sensoriamento remoto, a digitalização de dados, a automação de tarefas cartográficas, o uso de GPS e os SIG (Pina; Santos, 2000). Na década de 1980, os softwares que possibilitavam análises e consultas de dados geoespaciais foram denominados SIG ou *Geographic Information System (GIS)* em inglês. Esses programas revolucionaram a integração de dados de diferentes fontes geoespaciais, permitindo sua manipulação, análise e visualização conjunta, como mostra a Figura 7 (Kraak; Ormeling, 2010).

O primeiro SIG desenvolvido que merece destaque é do Sistema de Informações Geográficas do Canadá (SIGC), projeto liderado pelo geógrafo Dr. Roger Tomlinson em 1962, com o objetivo de determinar o potencial rural canadense via mapeamento dos tipos de solo, agricultura, flora e fauna, assim como o uso do solo (Coppock; Rhind, 1991). O sistema foi desenvolvido para armazenar, analisar e manipular os dados coletados pelo Inventário de Terras do Canadá (ITC) (Geller, 2007; Agrawal; Gupta, 2016).

No mesmo ano, o governo canadense e Tomlinson iniciaram um programa nacional de mapeamento de dados, resultando na primeira aplicação técnica de um programa computacional voltado a visualização de informações geográficas. Esse avanço consolidou Tomlinson como o “pai dos SIG” e, em 1968, ele foi o primeiro a utilizar oficialmente o termo em seu artigo “Um Sistema de Informações Geográficas para o Planejamento Regional” (Coppock; Rhind, 1991).

Figura 7 - Visualização das camadas de dados em um SIG



Fonte: Adaptado de SHUKLA (2012).

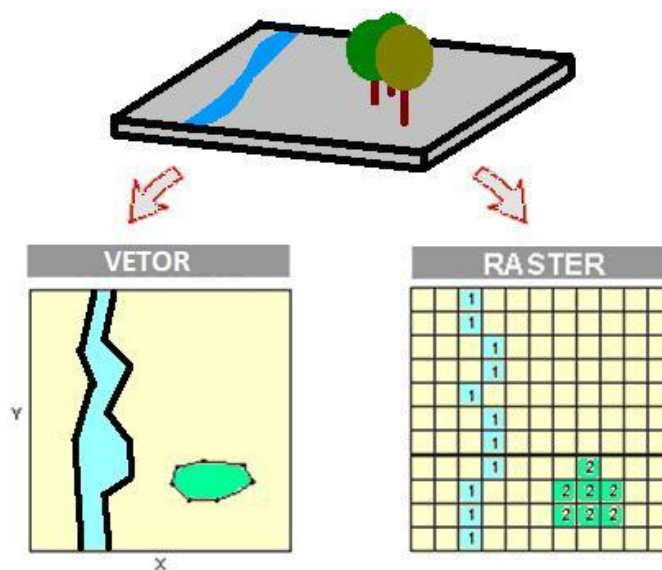
Na literatura, as definições acerca dos SIG são diversas. Cowen (1988) definiu os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como um sistema de apoio à decisão que envolve a integração de dados espacialmente referenciados em um ambiente de resolução de problemas. Longley et al. (2005) caracterizaram o SIG como um contêiner de mapas em formato digital para o público em geral, mas também como uma ferramenta para revelar informações geográficas ocultas para cientistas e investigadores. Rigaux et al. (2001) definiram o SIG como uma ferramenta que armazena dados geográficos, recupera e combina esses dados para criar novas representações do espaço geográfico, fornecendo ferramentas para análise espacial e realizando simulações para ajudar especialistas a organizar seu trabalho em várias áreas.

De acordo com Heywood (2010), o SIG é utilizado para responder a perguntas genéricas relacionadas à localização, padrões geográficos, efeitos de condições espaciais, tendências e implicações espaciais de uma ação. Bolstad (2012) descreveu o SIG como um sistema baseado em computador que auxilia na coleta, manutenção, armazenamento, análise, saída e distribuição de dados e informações espaciais.

As estruturas, feições e fenômenos do cotidiano são “transformadas” em dados, que por sua vez detêm informações a cerca da realidade em que se inserem. Dentro de um SIG, os dados são categorizados como Raster ou Vetor (Figura 8).

De acordo com Lloyd (2010), os dados raster são estruturas constituídas por células que apresentam classes ou valores numéricos atribuídas a elas. Os dados vetoriais compreendem as dimensões espaciais “X” e “Y”, dispostos como pontos, linhas, polígonos, e mais recentemente a incorporação da componente “Z” possibilita a geração de modelos tridimensionais dos dados (Lloyd, 2010).

Figura 8 - Camadas Raster e Vetor em um GIS



Fonte: Adaptado de CASAS (2009).

Os SIG oferecem uma poderosa capacidade de visualização, permitindo que gestores e planejadores analisem realidades associadas ao espaço geográfico (Pina e Santos, 2000). Através do mapeamento de dados, é possível responder a perguntas-chave, como: "Onde ocorre um determinado fenômeno?", "Com que intensidade?" e "Qual é a sua temporalidade?" (Heywood, 2010). Além disso, os SIG ajudam a identificar se esses fenômenos são isolados ou se estão relacionados a outras variáveis contextuais, como fatores socioeconômicos, demográficos ou ambientais.

A visualização de dados em um ambiente SIG proporciona uma compreensão mais profunda do comportamento espacial de estruturas e fenômenos (Kraak; Ormeling, 2010). Conforme Longley *et al.* (2015) apontam, a representação espacial facilita a análise de padrões e tendências, permitindo a visualização de complexidades que, de outra forma, poderiam passar despercebidas em uma análise tabular ou descritiva. Isso torna o SIG uma

ferramenta essencial para apoiar decisões informadas em áreas como planejamento urbano, educação e saúde pública.

De acordo com Gutiérrez e García-Palomares (2008), o uso de SIG para análise da acessibilidade às escolas é um possível exemplo de como essa ferramenta pode ser utilizada para otimizar a alocação de recursos e melhorar a equidade no acesso aos serviços públicos. Por exemplo, ao mapear a distribuição de escolas e compará-la com dados demográficos, é possível identificar áreas com maior ou menor cobertura educacional, ajudando a definir onde novos investimentos são necessários (Melo *et al.*, 2018). Outro exemplo prático é a utilização dos dados da infraestrutura das escolas para identificar espacialmente quais unidades não apresentam acesso a água potável - os dados do censo da educação básica (2020) do Inep revelaram que 137 escolas do Alagoas não oferecem esse recurso aos estudantes (082Noticias, 2021) (Figura 9).

Figura 9 - Localização de escolas do Alagoas sem água potável



Fonte: 082notícias (2021).

Fitz (2008, p.316) conclui que “as geotecnologias apresentam-se não mais como simples ferramentas auxiliares, mas como instrumentos essenciais para a tomada de decisão por parte dos planejadores e gestores do território”. Além disso, a espacialização dos dados educacionais facilita o planejamento territorial das políticas públicas, ao integrar fatores como densidade populacional, acessibilidade a serviços e infraestrutura local. Essa abordagem permite identificar regiões com

lacunas na oferta de ensino e onde intervenções são mais urgentes, como aponta Langley (2001, pg.98), que destaca o SIG como "fundamental para o diagnóstico espacial de desigualdades educacionais e para o direcionamento de ações governamentais".

Ao combinar os dados escolares com as capacidades analíticas dos SIG, gestores públicos podem, portanto, criar um planejamento educacional que responda de maneira mais eficiente às características geográficas e demográficas do território, promovendo uma gestão mais inclusiva e ajustada às necessidades locais (Santos; Ferreira de Paula, 2023). Em resumo, essa integração fortalece a capacidade de criar políticas educacionais mais precisas, otimizando recursos e ampliando o acesso à educação de qualidade (Melo *et al.* 2018).

4.2 BASE DE DADOS EDUCACIONAL

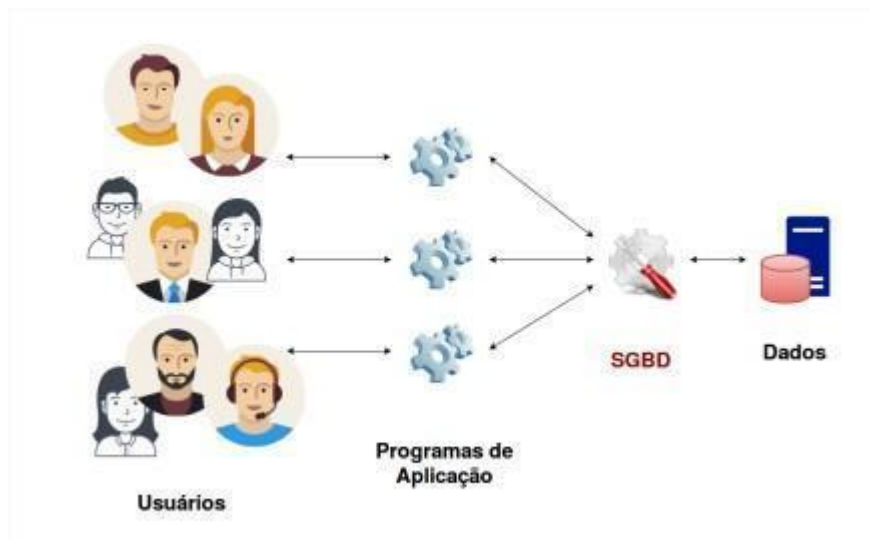
De acordo com Teorey *et al.* (2013), os dados são os elementos fundamentais presentes nos arquivos, sendo representações de informações do mundo real, como nomes, sobrenomes, localidades, entre outros. A informação é adquirida através da interpretação e processamento desses dados, atribuindo-lhes significado. Por sua vez, o conhecimento é o discernimento obtido a partir da apreciação e critérios aplicados aos dados e informações disponíveis.

Os Bancos de Dados são conjuntos de arquivos inter-relacionados que constituem uma coleção de dados operacionais utilizados pelos sistemas de aplicação de uma organização (Date, 1985). Esses conjuntos são caracterizados por sua complexidade, representando uma coletânea de dados armazenados e interligados que servem às necessidades de múltiplos usuários dentro de uma ou mais organizações, formando uma rede de tabelas interdependentes (Teorey *et al.*, 2013; Chu, 1983).

Há duas formas de armazenar dados: por meio de bancos de dados ou utilizando arquivos de dados permanentes (Silberschatz; Korf; Sudarshan, 2012). Date (2004) afirma que um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) é um software genérico que permite a manipulação de Bancos de Dados (Figura 10). Ele viabiliza a definição, construção e administração desses conjuntos para diversas aplicações, proporcionando uma visão lógica do projeto do Banco de Dados,

linguagens específicas para definição e manipulação de dados, além de ferramentas úteis para seu gerenciamento.

Figura 10 - Sistema de banco de dados com SGBD



Fonte: BRAGHETTO (2019).

Nos últimos anos, o avanço da tecnologia promoveu o desenvolvimento de novas aplicações dos sistemas de banco de dados. Uma aplicação de destaque foi a incorporação de base de dados geográficas (por exemplo, dados com coordenadas) com os SIG, sistemas capazes de armazenar, tratar e analisar os dados geográficos (Elmasri; Navathe, 2011). Um dos sistemas de aplicação mais notáveis para análise de dados geográficos é o ArcGIS, uma suíte de softwares geográficos integrados desenvolvida pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), representada no Brasil pela empresa Imagem. Esses softwares têm a capacidade de manipular dados geográficos armazenados em arquivos ou em SGBDs comerciais, com ou sem extensão espacial (INPE, 2006).

Embora existam dados desprovidos de informações espaciais, muitos deles podem ser espacializados ao serem associados a fenômenos e atividades vinculados a uma localização geográfica. Por exemplo, dados sobre o tipo de ensino ou a quantidade de matrículas disponíveis em uma escola podem ser mapeados quando relacionados à localização das instituições de ensino. Ao relacionar os dados educacionais com o contexto real, incluindo o ambiente e as dinâmicas cotidianas, gera-se um novo conhecimento. Esse conhecimento, por sua

vez, permite que os gestores tomem decisões mais assertivas nos processos de gestão da educação pública (Santos; Ferreira de Paula, 2023).

A precisão dos dados coletados é fundamental para a análise espacial (Tomlinson, 2005). Muitas vezes, os dados podem ser inconsistentes ou incompletos, o que compromete a qualidade das informações geográficas. A falta de padronização na coleta de dados entre diferentes regiões e instituições pode resultar em dificuldades na comparação e interpretação dos dados, por isso a importância de um sistema centralizado que permita o acesso a uma mesma infraestrutura de coleta para todos, garantindo a uniformidade e exatidão das informações (Veregin, 1999).

A coleta e geração estatística de dados educacionais no Brasil é realizada pelo Inep, por meio dos Censos Escolares - um levantamento estatístico-educacional realizado anualmente em âmbito nacional, abrangendo todos os níveis da Educação Básica, como educação infantil, ensino fundamental e ensino médio, e suas diferentes modalidades, incluindo o ensino regular, a educação especial e a educação de jovens e adultos (Brasil, 2023).

Este levantamento é feito em todas as escolas, públicas e privadas, por meio de um questionário eletrônico disponibilizado pela plataforma Educacenso (Brasil, 2023). Com base nas informações coletadas, o Inep atualiza anualmente o Cadastro Nacional de Escolas e reúne dados detalhados sobre matrícula, movimento e rendimento dos alunos. Esses dados incluem informações como sexo, turnos, turmas, séries, condições físicas dos prédios escolares, equipamentos disponíveis, além de dados sobre o corpo docente e o pessoal técnico-administrativo, classificados por nível de atuação e grau de formação (Brasil, 2023).

De acordo com o Inep (2023), o Censo abrange cerca de 52 milhões de estudantes e 266 mil escolas, distribuídos em mais de 5.500 municípios brasileiros. A coleta e o processamento dessas informações são realizados pelas Secretarias Estaduais de Educação, sob coordenação da Diretoria de Informações e Estatísticas Educacionais (Seec) do Inep (Brasil, 2023).

Pela sua abrangência e complexidade, o Censo Escolar configura-se como um conjunto de dados característico do paradigma de Big Data, especialmente no que se refere ao elevado volume de registros, à variedade de informações coletadas (que incluem dados administrativos, pedagógicos, de infraestrutura e de localização) e à velocidade com que esses dados precisam ser coletados,

atualizados e disponibilizados para subsidiar políticas públicas (Laney, 2001; Kitchin, 2014).

A gestão e a análise desse volume massivo de dados demandam abordagens metodológicas e tecnológicas capazes de integrar diferentes fontes e escalas de informação, permitindo a extração de conhecimento relevante para a tomada de decisão (McAfee; Brynjolfsson, 2012). Nesse contexto, os dados educacionais tornam-se fundamentais não apenas para a formulação, implementação e monitoramento de políticas educacionais, mas também para a avaliação do desempenho dos sistemas de ensino no Brasil, reforçando o papel estratégico da análise de grandes bases de dados no planejamento educacional (Castro, 2000).

4.3 MODELAGEM DE DADOS EDUCACIONAIS EM AMBIENTE SIG

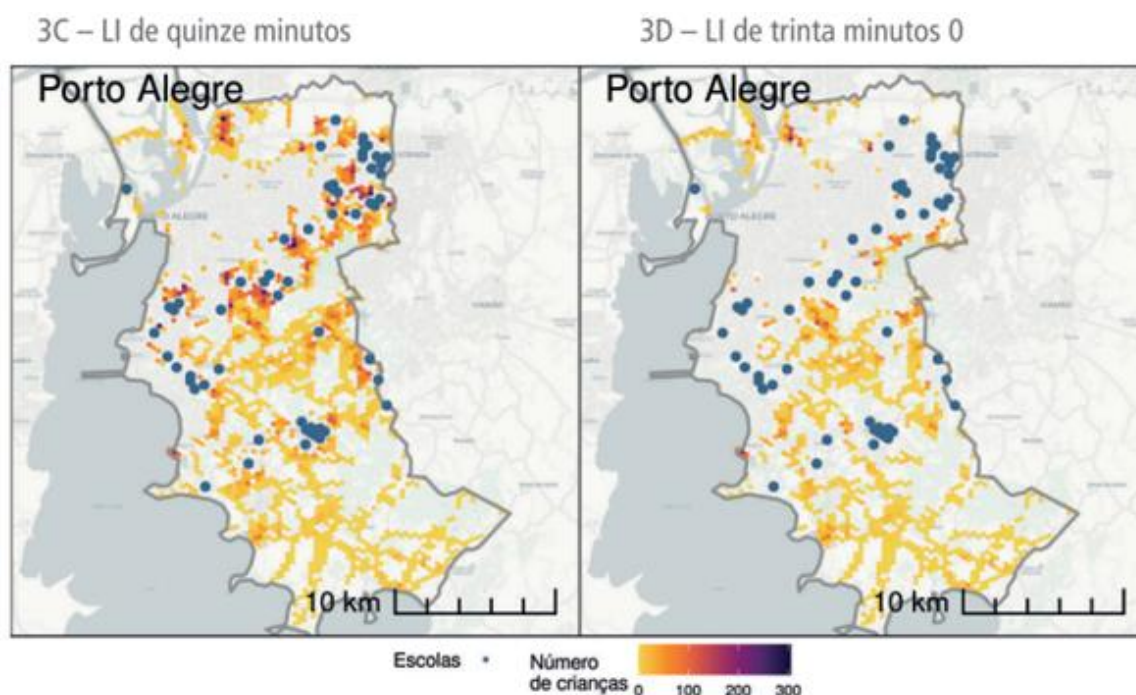
A modelagem de dados em SIG é uma abordagem essencial para a representação e análise de informações geográficas, especialmente no contexto educacional. Esse processo envolve a abstração e organização de dados geográficos, facilitando sua utilização em diversas aplicações, incluindo o ensino e a aprendizagem (Lisboa Filho e Lochpe, 2001).

Para que os dados possam ser armazenados e gerenciados em um banco de dados, é necessário um processo de abstração, que reduz as informações a um formato gerenciável (Borges *et al.*, 2005). Isso é feito através da generalização, permitindo que grupos comuns sejam selecionados e compreendidos (Borges *et al.*, 2005). Um modelo de dados é uma ferramenta conceitual que descreve como a realidade geográfica será representada no sistema, considerando diferentes tipos de dados, como mapas temáticos e cadastrais. A escolha do modelo impacta diretamente na eficiência do sistema (Santos Araújo *et al.*, 2015).

Ao executar operações de geoprocessamento em um SIG, é crucial a presença de um indexador, como um geocodificador, que associa os dados aos arquivos geográficos, estabelecendo uma conexão entre eles. Essa associação por meio de códigos padronizados (como os do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para municípios brasileiros) facilita a vinculação de diferentes tabelas e informações geográficas, agilizando análises e interpretações (Pina; Santos, 2000; Brasil, 2007).

Estudos têm aplicado o SIG para examinar desigualdades espaciais no acesso à educação em cidades brasileiras, revelando que uma parcela substancial de crianças de famílias de baixa renda tem acesso insuficiente a escolas públicas, especialmente em áreas periféricas de baixa densidade (Saraiva et al., 2023). Para estimar o acesso da população às escolas, os autores estabeleceram matrizes de tempo de viagem entre os centroides das células da grade espacial em cada cidade. Isso envolveu a análise de dados de transporte e a modelagem do tempo necessário para deslocar-se até as escolas (Figura 11). As informações sobre as escolas, incluindo seus endereços, foram georreferenciadas utilizando software como ArcGIS Pro e Google Geocoding API (Saraiva et al., 2023).

Figura 11 - Análise do tempo de deslocamento entre alunos-escola em Porto Alegre (RS). (LI=Linhas de insuficiência)



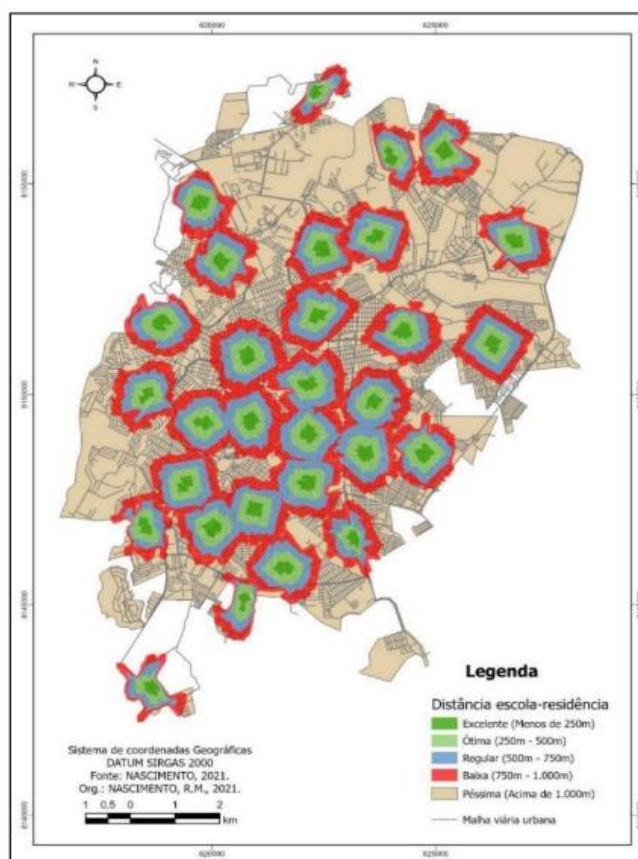
Fonte: Saraiva et al. (2023).

Pesquisas em Montes Claros usaram o SIG para analisar a acessibilidade escolar e propor localizações otimizadas para escolas públicas, demonstrando potenciais melhorias na acessibilidade dos moradores (Nascimento et al., 2023). O estudo utiliza informações do Censo Escolar, que fornece dados sobre estabelecimentos de ensino, alunos e suas localizações, ajudando a embasar as decisões sobre onde instalar novas escolas. A metodologia inclui a aplicação da

função *Service Area* do *ArcGIS*, que avalia o nível de acessibilidade das escolas em relação às residências (Figura 12).

Essa análise permite identificar áreas com diferentes níveis de acessibilidade (excelente, ótima, regular, baixa e péssima) e comparar a situação atual com a localização otimizada das escolas (Nascimento et al., 2023). Essas análises espaciais facilitam a compreensão de como os fatores geográficos impactam o acesso à educação e outros serviços essenciais, como assistência médica em áreas rurais (Ferreira; Raffo, 2012).

Figura 12 - Qualificação da acessibilidade a escolas de ensino fundamental em Montes Claros (MG)



Fonte: Nascimento et al. (2023).

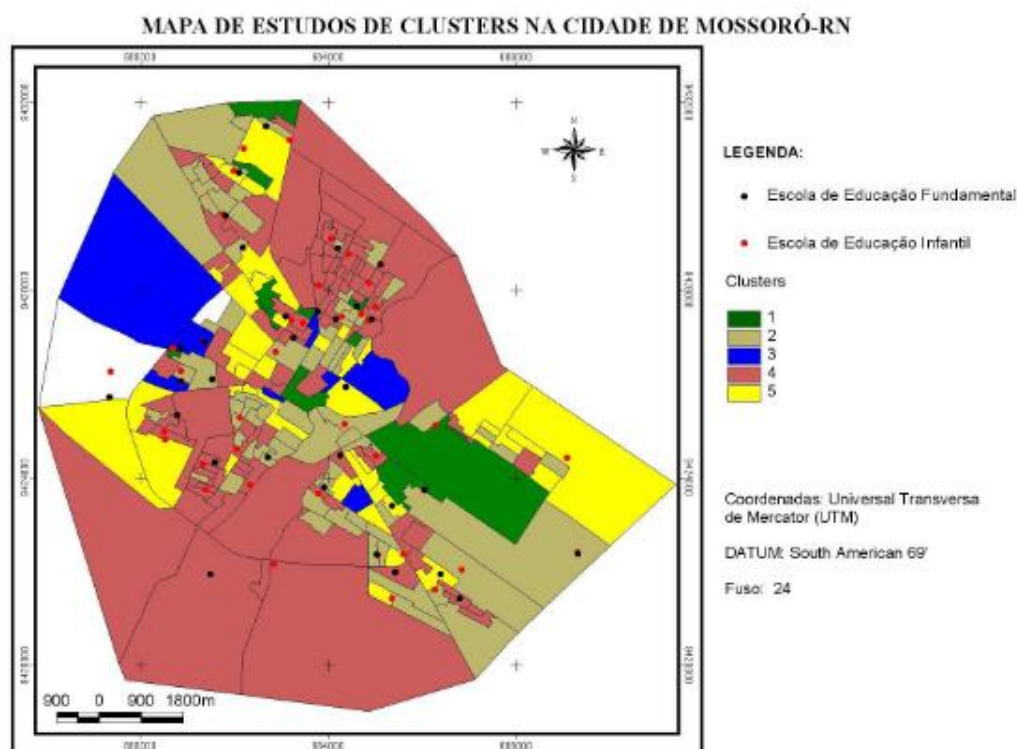
O SIG fornece uma visão abrangente das áreas urbanas, permitindo uma distribuição mais uniforme de serviços de qualidade entre os municípios (Silva et al., 2017). Além disso, o SIG participativo (PGIS) tem sido usado para envolver estudantes do ensino médio na identificação e proposição de equipamentos

públicos para seus territórios, promovendo a governança urbana (Junior et al., 2022). O SIG também tem sido empregado para analisar a distribuição de escolas de ensino fundamental e infantil, considerando análises de agrupamento ou *clusters*⁴, o que pode fortalecer a infraestrutura educacional e apoiar um planejamento mais sustentável (Melo et al., 2018). Os autores agruparam setores do município de Mossoró (RN) a partir da delimitação de uma série de variáveis como setor censitário, renda e condição de vida, entre outros, disponibilizados pelo censo do IBGE de 2010.

Nesse sentido, identificou-se que as escolas da rede municipal estão centradas na área urbana do município, havendo grande demanda para as regiões nos Clusters 2 e 4 (Figura 13). Para os autores, a metodologia torna-se útil para municípios brasileiros de pequeno e médio porte, como um suporte acessível e confiável ao processo de tomada de decisão (Melo et al., 2018). Ainda, como propostas de refinamento a metodologia, os autores sugerem aprofundar a utilização dos dados, incorporando a quantidade de alunos matriculados por unidades escolares e informações georreferenciadas dos alunos, considerando, assim, as distâncias percorridas até as escolas (Melo et al., 2018).

⁴ Clusters, ou agrupamentos, no contexto da visualização espacial em SIG referem-se a técnicas para dividir dados em grupos com características semelhantes. Esse método é utilizado para agrupar pontos ou setores representando-os como um único símbolo ou área, facilitando a visualização de padrões e tendências espaciais (González & Segovia, 2015).

Figura 13 - Análise espacial de dados educacionais por Clusters



Fonte: Melo et al. (2018).

Fatores como idade, turno das aulas e região geográfica das escolas têm forte influência na evasão escolar (Bezerra et al., 2016). A visualização espacial, apoiada em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), pode ser uma ferramenta eficaz na gestão de políticas educacionais, auxiliando na identificação e definição estratégica da localização de unidades escolares. Ao integrar dados de deslocamento e acessibilidade dos alunos, é possível considerar aspectos como a vulnerabilidade social e a distribuição desigual de infraestruturas pedagógicas, ambos fatores cruciais que influenciam o desempenho escolar (Gomes; Melo, 2021). Estudos mostram que a visualização espacial de dados facilita a análise da evasão escolar e a identificação de suas causas, auxiliando na tomada de decisões (Coutinho et al., 2018).

4.4 PROJETO CARTOGRÁFICO EM WEBGIS (GEOPORTAL)

Na última década, a busca por serviços de geotecnologia online, conhecidos como WebGIS, tem crescido significativamente. Esses serviços, focados na interatividade e acesso rápido à informação geográfica, representam uma mudança no paradigma da representação cartográfica, migrando do mapeamento tradicional

em papel ou computadores pessoais para aplicações centradas no usuário em dispositivos móveis, globos virtuais e navegadores web (Tsou, 2011; Meneguette, 2012).

A revolução no design dos mapas na web teve um marco importante em 2005, com o lançamento pelo Google de dois serviços amplamente populares: o *Google Maps* e o *Google Earth* (Agrawal; Gupta, 2017). Essa integração do SIG com a tecnologia da Internet tem efeitos revolucionários como acesso interativo a dados geoespaciais, integração e transmissão de dados em tempo real e acesso a ferramentas de análise SIG independentes de plataforma (Ilescheck et al., 2016; Sacramento et al., 2020). O aparecimento destas novas geotecnologias resultou no desenvolvimento de serviços remotos especializados em hospedagem, gestão e processamento de dados geográficos, conhecidos como “Software como serviço geoespacial” (*Geoespacial Software as a service – GSaaS* em inglês) (Lewis; Guan; Poplin, 2017).

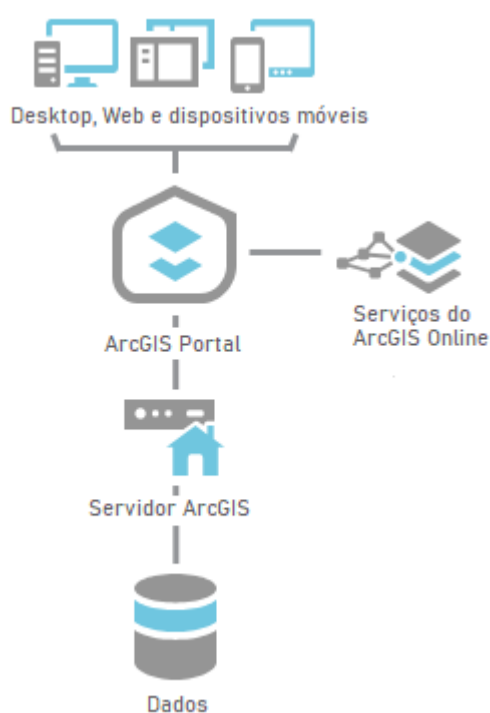
Empresas especializadas em SIG, como a ESRI, trouxeram esse tipo de aplicação como serviço adicional nos seus catálogos, podendo ser incorporado por usuários e organizações da qual eles pertencem. Dessa forma, os membros de uma organização podem visualizar e trabalhar em um mesmo projeto de forma colaborativa e *online*. Consequentemente, o WebGIS estende o alcance do SIG a todos na organização simultaneamente, permitindo uma melhor tomada de decisões (ESRI, 2014).

O ArcGIS Online, sendo uma plataforma baseada em nuvem, oferece uma gama de serviços e ferramentas geoespaciais hospedados na infraestrutura da ESRI. Isso significa que os usuários podem acessar, criar, analisar e compartilhar mapas, dados e aplicativos geográficos de qualquer lugar, a qualquer momento, simplesmente usando um navegador da web (ESRI, 2014). Além de eliminar a necessidade de hardware próprio, o modelo GSaaS do ArcGIS Online também alivia as preocupações com manutenção e atualização do software, já que essas responsabilidades ficam a cargo da ESRI. Isso permite que as organizações se concentrem diretamente na utilização das capacidades do ArcGIS Online sem lidar com questões relacionadas à infraestrutura (ESRI, 2014).

A natureza baseada em nuvem do ArcGIS Online também oferece escalabilidade, permitindo que as organizações ajustem facilmente os recursos conforme necessário, sem a necessidade de investimentos adicionais em

infraestrutura física. Isso se traduz em maior flexibilidade para atender às demandas variáveis de usuários e projetos. (ESRI, 2014). Além disso, se o usuário ou organização desejar compartilhar seu projeto do ArcGIS online via Webmap e/ou Dashboard, existem serviços (geoportais) que a plataforma oferece com ferramentas que permitem a customização, visualização e interação do material produzido de maneira compreensível e intuitiva, sendo possível acessar pelo computador via internet e dispositivos móveis (Figura 14).

Figura 14 - Infraestrutura do ArcGIS Enterprise



Fonte: Adaptado de ESRI (2025).

Uma das soluções mais recentes em geoportal ofertada pela ESRI é a plataforma *ArcGIS Experience Builder (AEB)*, um aplicativo web *low-code*⁵ que permite a criação de aplicativos web centrados na customização e compartilhamento de mapas 2D e 3D, textos e mídia, integrados em um só local (ESRI, 2022). As possibilidades de criação são diversas, desde a seleção de um

⁵ Low-code descreve uma abordagem de desenvolvimento de software que minimiza a necessidade de escrever código manualmente. Em vez disso, ele emprega uma série de ferramentas visuais e atalhos para combinar componentes pré-fabricados, permitindo a criação de aplicações completas de forma mais rápida e com menor custo. Este método é útil para simplificar e acelerar o processo de desenvolvimento, permitindo que pessoas com menos experiência em programação possam criar software funcional.

layout (modelo) pré-definido ou a elaboração de um modelo personalizado, até a seleção dos componentes e aplicativos (*widgets*) que farão parte do produto final, sendo de fácil publicação e compartilhamento para o público ou para uma organização específica. O ArcGIS Experience Builder fornece um conjunto completo de ferramentas complementares que permitem interação e exploração mais profundas de dados, proporcionando uma aparência de site verdadeiramente personalizada (ESRI, 2022; Uelmen et al., 2023).

Essa transformação interativa dos mapas redefiniu a visualização geográfica, apresentando uma nova versão dos SIG, agora acessíveis via internet e projetados para serem manipulados diretamente pelos usuários (Meneguette, 2012). De acordo com Lewis, Guan e Poplin (2017), o desenvolvimento de mapas dinâmicos permitiu que os usuários interagissem com eles, buscassem informações, ampliassem e reduzissem o zoom, e utilizassem ferramentas disponíveis na interface do usuário do aplicativo. Tais ferramentas frequentemente suportavam consultas espaciais simples, como medir distâncias, encontrar localizações ou traçar direções.

Como observado por Meneguette (2012), o WebGIS se tornou a nova forma de apresentar mapas, transformando a representação cartográfica em serviços de informação geoespacial distribuída. Esses serviços são centrados no usuário, adaptáveis a dispositivos móveis e fornecem informações em tempo real, atendendo às demandas por visualização geográfica interativa conectada a múltiplos bancos de dados (Meneguette, 2012). Mapas online não apenas se tornaram acessíveis, interativos, altamente dinâmicos e visíveis para muitos usuários (Elzakker, 2001), mas também contribuíram para a democratização da cartografia e permitiram novas tendências no uso mais amplo de técnicas, ferramentas e aplicativos de mapeamento (Kraak; Brown, 2001)

4.5 GEOSERVIÇOS E GEOPORTAIS DA EDUCAÇÃO

O Consórcio Geoespacial Aberto (CGA), conhecido em inglês como *Open Geospatial Consortium (OGC)*, é a principal entidade dedicada ao desenvolvimento e promoção de padrões abertos e à interoperabilidade de informações geoespaciais. Os serviços web geoespaciais, também chamados de geoserviços, diferem dos serviços web tradicionais devido às características específicas dos

dados geoespaciais, que são notoriamente diversificados, volumosos e complexos (Granell et al., 2010). Entre os padrões fornecidos pelo OGC estão o *Web Map Service* (WMS), utilizado para a exibição de mapas como imagens digitais, o *Web Feature Service* (WFS), que permite o acesso a recursos geoespaciais codificados em GML, e o *Web Coverage Service* (WCS), destinado ao acesso a dados geoespaciais que representam fenômenos variáveis no espaço, como imagens de satélite e modelos digitais de elevação (Lupp, 2008).

De maneira geral, as aplicações WebGIS funcionam com um navegador da web como cliente, que envia solicitações, e um servidor da web que as responde. No entanto, ao contrário de aplicativos web convencionais, que geralmente dependem apenas de um servidor de web, as aplicações WebGIS requerem um servidor adicional, conhecido como servidor de mapas ou servidor de dados, para manipular informações espaciais. Esse servidor é responsável por fornecer geosserviços compatíveis, como WMS e WFS, além de realizar operações SIG, como edição de dados espaciais, roteamento e rastreamento de objetos.

A criação de geoportais, como plataformas que integram e disseminam esses serviços e padrões, oferece uma estrutura robusta para a visualização e análise de dados geoespaciais, particularmente em áreas como a educação. De acordo com Tait (2005), um Geoportal pode ser entendido como um website que serve como ponto de acesso para a descoberta e visualização de conteúdos geográficos.

Esse tipo de plataforma proporciona um ambiente web onde os usuários podem explorar diversas fontes de informação geoespacial, acessar dados e utilizar aplicações específicas. Além de facilitar a busca por informações, o Geoportal permite a agregação e o compartilhamento de conteúdos, contribuindo para uma tomada de decisão mais embasada e racional (Maguire; Longley, 2005).

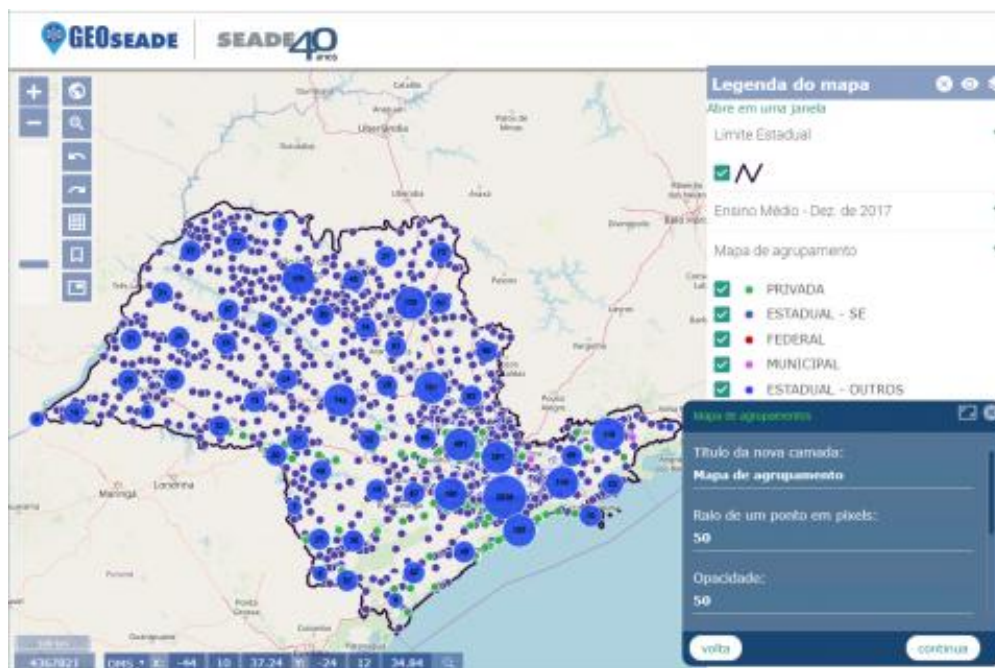
Um geoportal educacional pode, por exemplo, facilitar a tomada de decisões ao espacializar e integrar dados sobre escolas, infraestrutura e densidade populacional em mapas interativos. Um dos exemplos é a plataforma GeoSeade, desenvolvida pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), ligada à Secretaria de Governo do Estado de São Paulo (Gonçalves, 2019).

Segundo Gonçalves (2019), além de fornecer a infraestrutura do Geoportal, a plataforma permite acesso ao download de dados, bem como a seus metadados e ao dicionário de dados, o que amplia as possibilidades de uso e análise. A

plataforma está alinhada com o Decreto nº 61.486 de 11 de setembro de 2015, do Estado de São Paulo, que institui o Programa de Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE-SP) e o Sistema Cartográfico do Estado de São Paulo (SCE-SP). Em um contexto mais amplo, a aplicação também atende às diretrizes da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), estabelecida pelo Decreto nº 6.666 de 27 de novembro de 2008 (Gonçalves 2019).

Para o autor, o GeoSeade vai além de ser apenas um visualizador de mapas ou camadas cartográficas. A plataforma se destaca pela capacidade de gerar mapas personalizados e até editar aqueles já existentes, o que proporciona maior flexibilidade para o usuário. Além disso, a ferramenta oferece a exploração de dados por meio da geração de gráficos e da visualização de tabelas de atributos. O GeoSeade integra uma vasta gama de dados espaciais sobre o Estado de São Paulo, organizados em 112 camadas de informação que abrangem mais de 500 variáveis, distribuídas em oito temas principais (Gonçalves, 2019). Um desses temas é o de Equipamentos, que inclui a localização de escolas públicas (municipais, estaduais e federais) e privadas, podendo ser exibidas em mapas de agrupamentos (Figura 15).

Figura 15 - Unidades educacionais de São Paulo - Plataforma GeoSeade



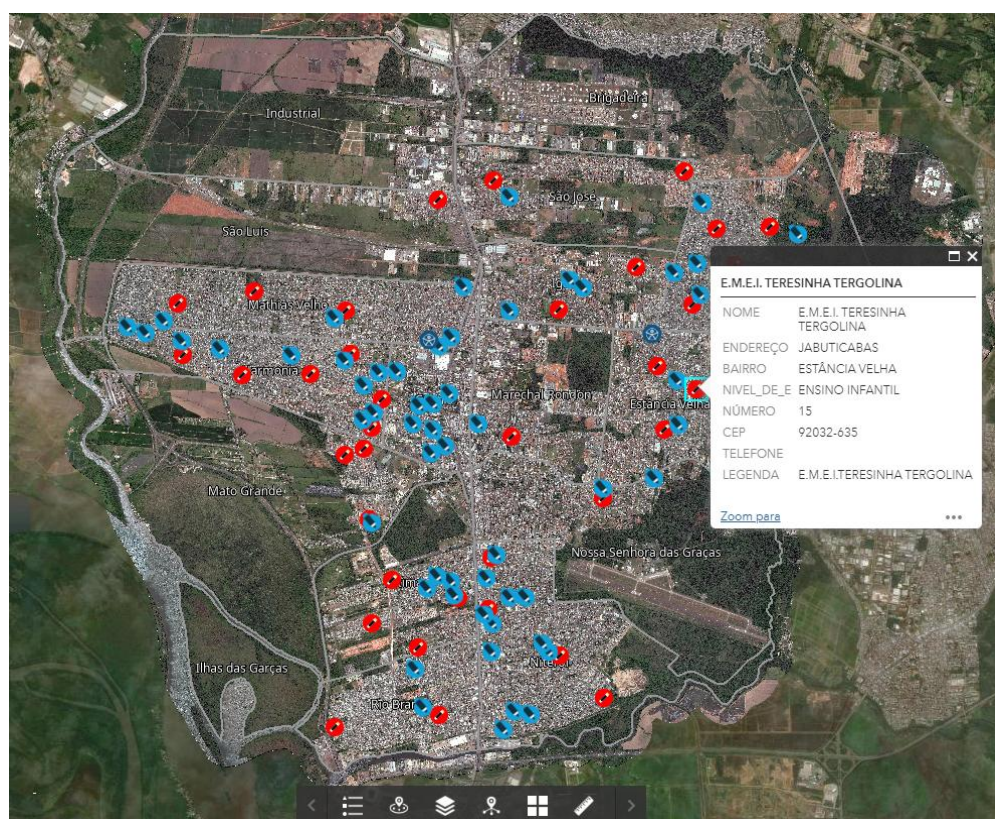
Fonte: Gonçalves (2019).

Em relação aos dados escolares, provenientes do INEP, a plataforma oferece um conjunto detalhado de informações que inclui características das instituições de ensino, como o tipo de dependência administrativa (municipal, estadual, federal ou privada), seu status de funcionamento (se estão em atividade, paralisadas ou extintas) e o número de matrículas ofertadas.

A visualização desses dados espaciais em plataformas como o GeoSeade é especialmente relevante, pois facilita a identificação de padrões, como a concentração ou ausência de escolas em determinadas áreas, ajudando a detectar possíveis desigualdades de acesso à educação. Além disso, a plataforma permite sobrepor camadas de informação, como densidade populacional, infraestrutura de transporte e indicadores socioeconômicos, o que potencializa o uso dos dados para a tomada de decisões mais embasadas (Gonçalves, 2019).

Semelhante ao sistema interativo online do GeoSeade, mas voltado para a administração municipal, o Geoportal de Canoas (RS), denominado Geocanoas, destaca-se como plataforma que oferece acesso a dados geoespaciais categorizados por temas, como informações cadastrais e equipamentos públicos. Um dos destaques da plataforma é a área dedicada à educação, onde os usuários podem localizar unidades escolares da rede municipal e estadual, além de creches e universidades (Figura 16). Além disso, o Geocanoas disponibiliza indicadores educacionais do município, baseados em dados do IBGE (Canoas, 2019).

Figura 16 - Escolas de Educação Infantil de Canoas (RS) - Plataforma Geocanoas

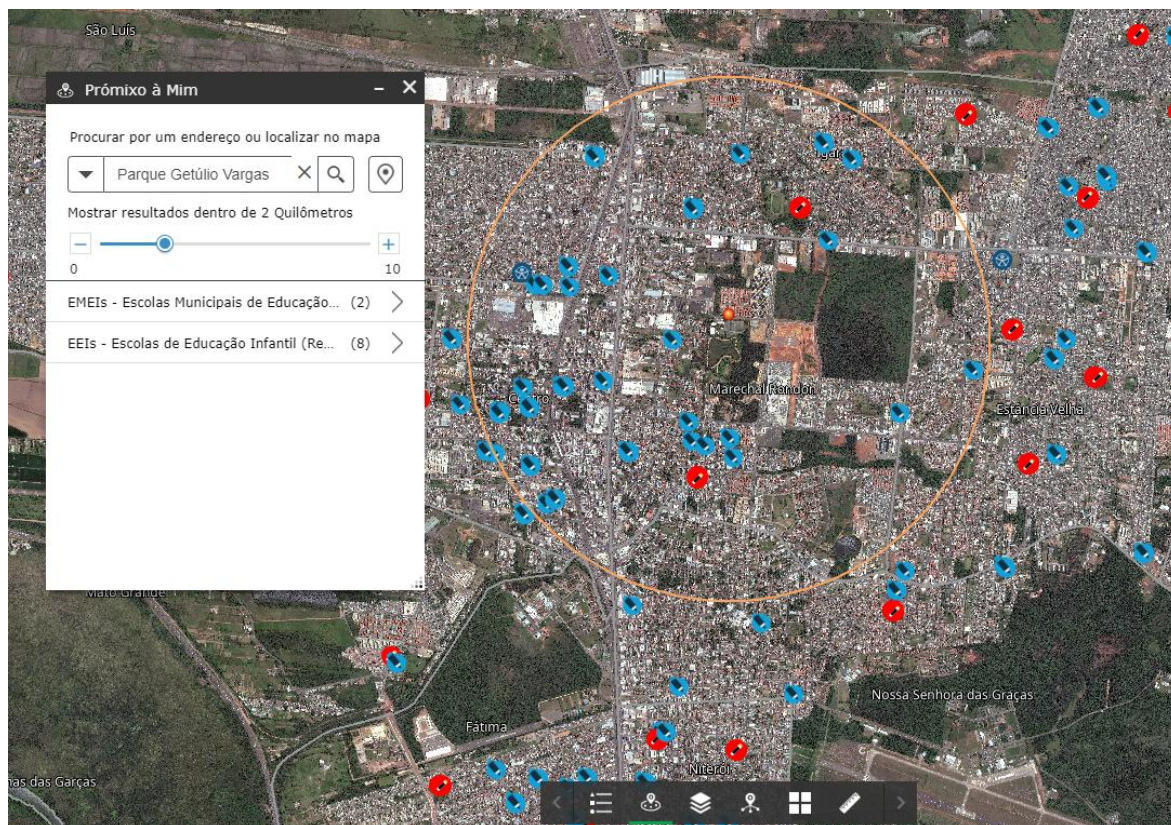


Fonte: Geocanoas (2019).

O Geoportal Geocanoas foi desenvolvido explorando as funcionalidades do ArcGIS Online, utilizando a plataforma ArcGIS Web AppBuilder para hospedar e manter o portal em funcionamento. Assim como o Geoportal da Educação da Índia (INDIA, 2023), o Geocanoas oferece diversas opções interativas, como visualização de legendas e camadas de mapas, seleção de *basemaps* e ferramentas de medição de distância, que facilitam a navegação e análise dos dados espaciais (Canoas, 2019).

Como Análise espacial, o Geoportal também disponibiliza a ferramenta "Próximo a Mim" (*Near Me*), que permite ao usuário filtrar as unidades escolares dentro de um raio definido (Figura 17). Como resultado, o sistema gera uma lista das escolas mais próximas, além de oferecer a opção de criar rotas de deslocamento até esses locais (Canoas, 2019).

Figura 17 - Consulta de unidades educacionais pela ferramenta "Próximo a mim" - Plataforma Geocanoas



Fonte: Geocanoas (2020).

Com essa plataforma, gestores, planejadores e a comunidade em geral obtêm uma visão abrangente e detalhada da rede escolar, o que promove não apenas a democratização do acesso à informação, mas também incentiva uma maior participação colaborativa no processo decisório (Barcellos et al., 2008; Nascimento et al., 2020). A capacidade de visualizar e analisar os dados de forma espacial facilita a identificação de áreas com maior demanda por infraestrutura educacional e permite intervenções mais precisas e eficientes (Gonçalves, 2019). Além disso, ao disponibilizar essas ferramentas de maneira acessível, geoportais como o Geocanoas e GeoSeade, fortalecem o planejamento participativo, permitindo que tanto a população quanto os gestores públicos contribuam de maneira mais informada e eficaz para o desenvolvimento da educação no município.

4.6 IMPORTÂNCIA E APLICABILIDADE DE GEOPORTAIS NO PLANEJAMENTO

Segundo De Carvalho et al. (2016), a tomada de decisões nas organizações representa uma atividade crucial, onde se define a seleção de alternativas para resolver problemas. A informação é o recurso essencial para qualquer decisão e os sistemas de informação são desenvolvidos e integrados nas estruturas organizacionais para garantir sua disponibilidade no momento necessário.

Entre os variados tipos de sistemas de informação, destacam-se os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), utilizados para processar, analisar, compartilhar e visualizar informações cruciais para embasar o processo decisório, fornecendo apoio aos tomadores de decisão e ampliando seu conhecimento sobre o contexto em questão (Poletto; De Carvalho; Costa, 2015). Outra abordagem relevante na gestão pública são os Sistemas Espaciais de Apoio à Decisão (SEAD), que fazem uso de recursos geoespaciais por meio de um SIG, proporcionando uma interface visual para visualizar dados, os quais podem ser manipulados por um SAD, permitindo assim a personalização dessas informações (Chakhar; Mousseau, 2008).

Geoportais e aplicativos WebGIS surgiram como ferramentas SIG poderosas para aprimorar o planejamento urbano e os processos de tomada de decisão em governos locais. Essas plataformas facilitam a participação pública, melhoram a comunicação entre planejadores e cidadãos e dão suporte a iniciativas de governança inteligente (Echlouchi et al., 2019; Mansourian et al., 2011). Ao fornecer acesso fácil a planos urbanos, dados espaciais e recursos de análise interativa, esses sistemas permitem uma gestão urbana mais eficiente e transparente (Gonçalves; Virtudes, 2020). Os SEAD baseados na Web podem incorporar conhecimento local em processos de planejamento, complementando abordagens tradicionais e promovendo a tomada de decisão colaborativa (Mansourian et al., 2011).

Desenvolvimentos recentes em TICs aumentaram ainda mais as capacidades dessas plataformas, permitindo interações em tempo real entre cidadãos e tomadores de decisão, dando suporte a iniciativas de cocriação (Gebetsroither-Geringer et al., 2018). Estudos de caso demonstram a implementação bem-sucedida de geoportais e WebGIS em vários contextos urbanos, destacando seu potencial para melhorar a governança, a satisfação do

cidadão e a eficácia geral dos processos de planejamento urbano (Echlouchi et al., 2019; Gonçalves; Virtudes, 2020).

As ferramentas de WebGIS permitem análises espaciais mais aprofundadas, como a definição de áreas de influência, a otimização de rotas e a modelagem de cenários. Essas funcionalidades auxiliam na tomada de decisão estratégica em diversos setores, como transporte, energia e planejamento urbano (Langley, 2001). Cidades brasileiras, como Tupã, utilizam o SIG para aprimorar a gestão municipal, identificar irregularidades em cadastros imobiliários e aumentar a eficiência na arrecadação de impostos (Silva; David; Bianchi, 2017).

Geoportais equipados com recursos de atualização em tempo real permitem o monitoramento contínuo de projetos e políticas, permitindo ajustes com base nas condições atuais. Isso garante que o planejamento permaneça responsivo às circunstâncias em mudança. Na Índia, a utilização de geotecnologias apoiadas em dados geográficos na web, via serviços de geoportais, caracteriza a administração de governo baseada em g-Governance (Giribabu et al., 2018). O g-Governance capacita a administração, planejamento, monitoramento, gerenciamento e suporte à decisão com a vantagem do conhecimento baseado em localização, promovendo boa governança descentralizada (Giribabu et al., 2018).

De acordo com Giribabu et al. (2018), as tecnologias geoespaciais têm um potencial imenso para aprimorar todos os processos da cadeia de valor em projetos de desenvolvimento na Índia. Atualmente, aplicativos e ferramentas geoespaciais são empregados pela maioria dos ministérios federais no monitoramento periódico, avaliação de atividades de desenvolvimento em vários setores, incluindo agricultura, recursos hídricos, meio ambiente, planejamento urbano e rural, desenvolvimento de infraestruturas (como o setor educacional) e suporte ao gerenciamento de desastres (Giribabu et al., 2018).

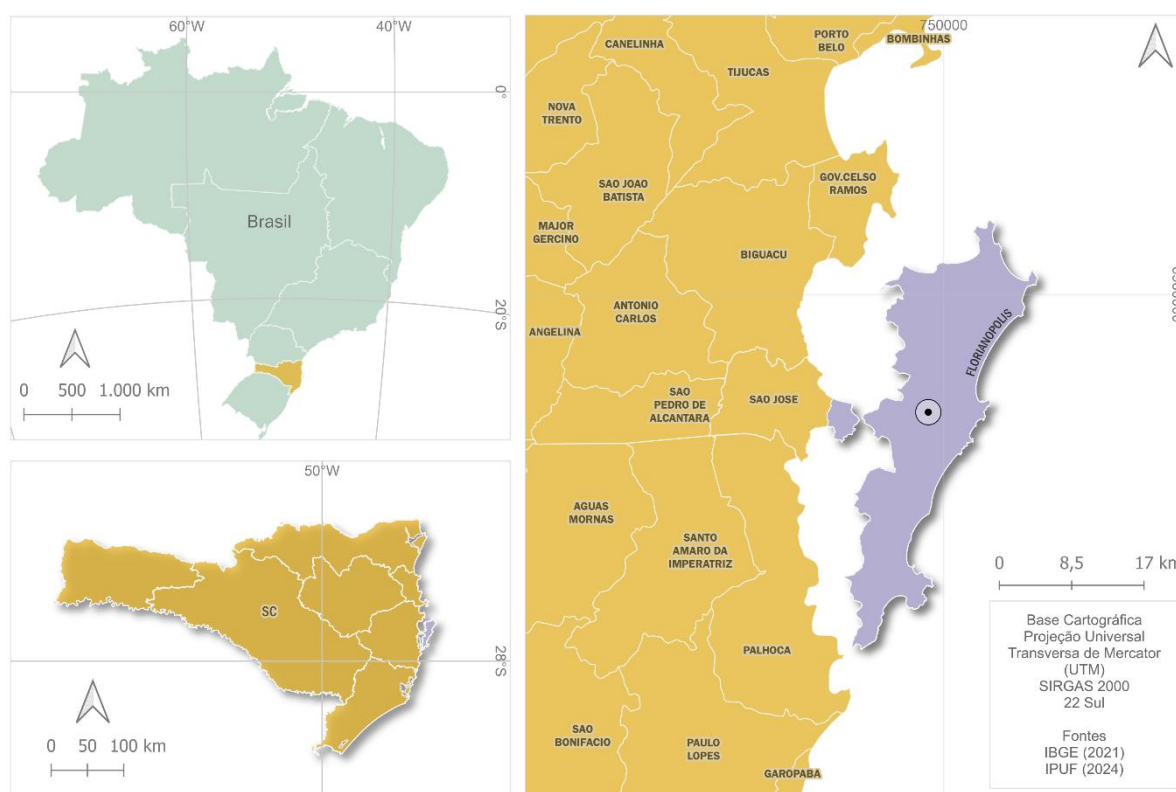
A democratização do acesso à informação espacial, através de geoportais e WebGIS, fortalece e descentraliza a governança, a gestão urbana e o planejamento de políticas públicas eficazes. Ao conectar dados espaciais com os processos de tomada de decisão, essas ferramentas contribuem para a construção de cidades e comunidades mais inteligentes, resilientes e sustentáveis (Gonçalves; Virtudes, 2020; Chakhar; Mousseau, 2008).

5. ÁREA DE ESTUDO

Florianópolis é um município localizado no estado de Santa Catarina, no sul do Brasil. Apresenta grande parte do seu território na Ilha de Santa Catarina, e é a capital do estado (Figura 18). Como centro de desenvolvimento tecnológico e de alta qualidade de vida (Federação das Indústrias de Santa Catarina - FIESC, 2023), o município abriga mais de meio milhão de habitantes, de acordo com o censo do IBGE de 2022 (IBGE, 2023).

O fator qualidade de vida aliado a grandes possibilidades de emprego, formação profissional e acadêmica (universidades), são atrativos populacionais consideráveis para o município, que a cada ano recebe novos influxos de pessoas de todo Brasil e de outros países, principalmente da Argentina (Alloatti, 2013).

Figura 18 - Localização de Florianópolis (SC)

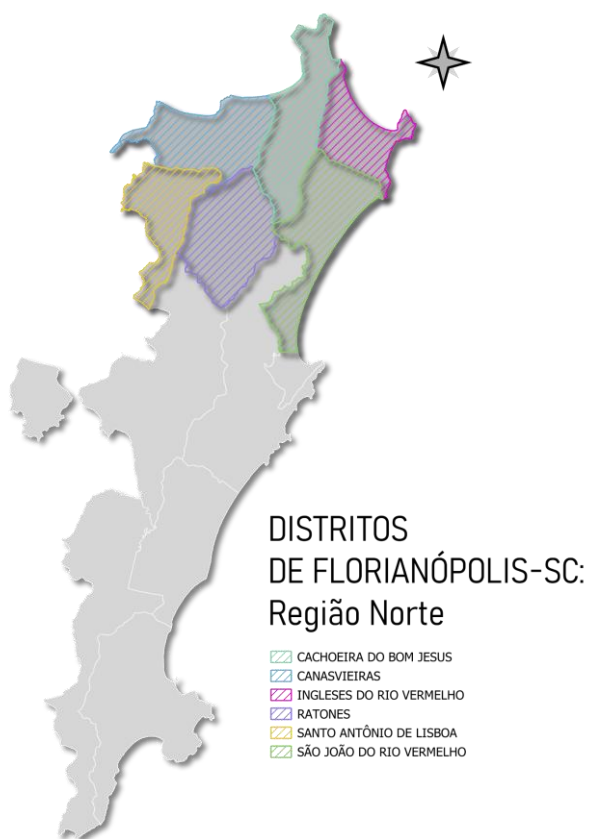


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A região de estudo selecionada em conjunto com a SED/SC para teste e simulação dos dados será o norte da ilha de Santa Catarina, por ser uma região em constante expansão e que apresenta grandes demandas do poder público. A região norte do município de Florianópolis é composta por seis distritos: Canasvieiras,

Inglese do Rio Vermelho, Santo Antônio de Lisboa, Cachoeira do Bom Jesus, São João do Rio Vermelho e Ratores (Figura 19).

Figura 19 - Área de estudo - Região norte do município de Florianópolis (SC)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Estima-se que em 2022 esse conjunto de distritos concentrava mais de 160 mil habitantes (IBGE, 2022) e tem apresentado um expressivo incremento demográfico nas últimas décadas, impulsionado tanto pela expansão urbana quanto pela valorização imobiliária associada ao turismo (Jornal Conexão, 2024). Nesse sentido, a região configura-se como uma das áreas de maior dinamismo socioespacial do município, caracterizando-se pela coexistência de usos residenciais permanentes e sazonais, além de intensa atividade turística durante o período de alta temporada.

Conforme pode ser observado na Tabela 1, os distritos da região norte de Florianópolis abrangem uma área total de aproximadamente 163,9 km², o que representa cerca de 24% do território municipal. De acordo com os dados do último censo do IBGE (2022), essa região concentra 27,75% da população de

Florianópolis, evidenciando um processo de intenso crescimento urbano e adensamento populacional nas últimas décadas.

A partir dos setores censitários do último Censo Demográfico do IBGE (2022), verifica-se a predominância de agrupamentos populacionais entre 500 e 1.000 habitantes por setor nos distritos que compõem a região Norte de Florianópolis, totalizando 117 setores nessa faixa (Figura 19). Ao analisar pelo conjunto municipal, os distritos da região Norte representam aproximadamente metade do total de Florianópolis nas classes populacionais de 25 a 50 habitantes (50%) e de 50 a 100 habitantes por setor (52,53%).

Contudo, o aspecto mais expressivo refere-se à participação dos setores com mais de 1.000 habitantes, cuja proporção na região Norte alcança 42,67% em relação ao total do município. Esse dado reforça a tendência de concentração populacional e o alto grau de adensamento urbano nessa porção do território, sendo o distrito Ingleses do Rio Vermelho o principal destaque, por concentrar 15 setores com mais de 1.000 habitantes, o que o posiciona como uma das áreas de maior densidade demográfica e expansão recente da capital.

Tabela 1 - Quadro comparativo de dados dos distritos da região norte de Florianópolis
(continua)

Distrito	Área	População (IBGE, 2022)	Setor Censitário (IBGE, 2022)	
	km²	hab	Quantidade de Setores	Total de Pessoas
Canasvieiras	29,1	25371	3	0
			0	Até 25
			1	25-50
			0	50-100
			12	100-250
			18	250-500
			22	500-1000
			2	acima de 1000
Ingleses do Rio Vermelho	19,44	51313	0	0
			4	Até 25
			0	25-50
			3	50-100
			7	100-250
			15	250-500
			35	500-1000
			15	acima de 1000
Cachoeira do Bom Jesus	30,2	27783	4	0
			5	Até 25
			3	25-50
			4	50-100
			10	100-250
			13	250-500
			22	500-1000
			5	acima de 1000
São João do Rio Vermelho	31,34	30751	1	0
			2	Até 25
			3	25-50
			0	50-100
			2	100-250
			4	250-500
			24	500-1000
			9	acima de 1000
Santo Antônio de Lisboa	21,5	8051	2	0
			0	Até 25
			1	25-50
			2	50-100
			2	100-250
			4	250-500
			7	500-1000
			1	acima de 1000

Fonte: Adaptado de IBGE (2022).

Tabela 1 - Quadro comparativo de dados dos distritos da região norte de Florianópolis (conclusão)

Distrito	Área	População (IBGE, 2022)	Setor Censitário (IBGE, 2022)	
	km²	hab	Quantidade de Setores	Total de Pessoas
Ratones	32,4	5823	0	0
			1	Até 25
			0	25-50
			1	50-100
			2	100-250
			1	250-500
			7	500-1000
			0	acima de 1000
TOTAL	163,98	149092	10	0
			12	Até 25
			8	25-50
			10	50-100
			35	100-250
			55	250-500
			117	500-1000
			32	acima de 1000
Florianópolis (Total)	674,844	537211	40	0
			26	Até 25
			16	25-50
			19	50-100
			99	100-250
			265	250-500
			464	500-1000
			75	acima de 1000
% da região norte	24,30%	27,75%	25,00%	0
			46,15%	Até 25
			50,00%	25-50
			52,63%	50-100
			35,35%	100-250
			20,75%	250-500
			25,22%	500-1000
			42,67%	acima de 1000

Fonte: Adaptado de IBGE (2022)

Em termos educacionais, os distritos da área de estudo somam o total de 59 unidades de ensino, sendo apenas 4 da rede estadual, das quais ofertam a categoria de ensino fundamental e médio (Tabela 2). De acordo com dados do Censo Escolar do INEP (2024), as escolas da rede estadual localizadas na região norte de Florianópolis reúnem aproximadamente seis mil matrículas, com destaque para o distrito dos Ingleses do Rio Vermelho, onde se situa a EEB Intendente José Fernandes, que concentra 2.194 matrículas.

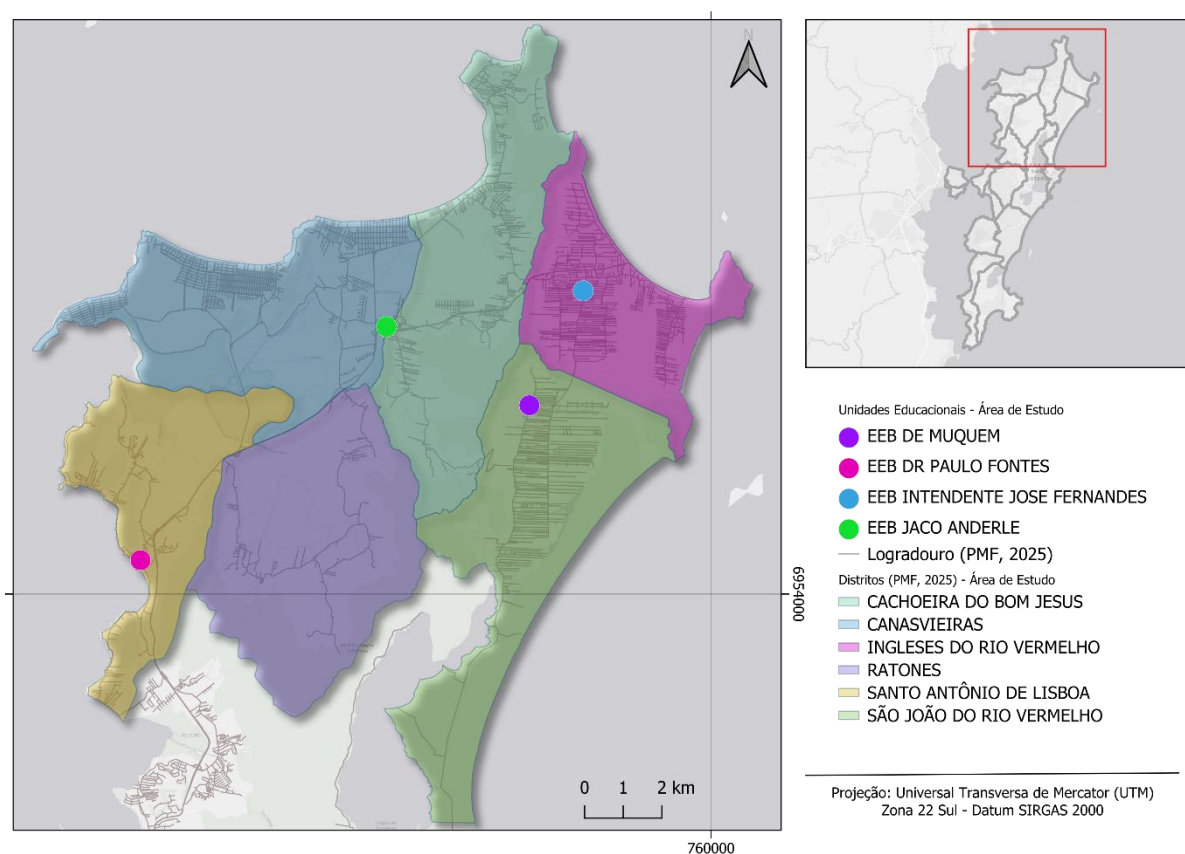
Tabela 2 - Especificação escolar estadual - UES da região norte de Florianópolis

Distrito	Unidade de Ensino	Categoria de Ensino	Grade de Ensino	Total de matrículas
Santo Antônio de Lisboa	EEB Dr Paulo Fontes	Ensino Médio	1ª a 3ª série	93
Canasvieiras	EEM Jacó Anderle	Ensino Fundamental e Médio	6º ao 9º ano 1ª a 3ª série	1789
Ingleses do Rio Vermelho	EEB Intendente José Fernandes	Ensino Fundamental e Médio	1º ao 9º ano 1ª a 3ª série	2194
São João do Rio Vermelho	EEB De Muquem	Ensino Fundamental e Médio	1º ao 9º ano 1ª a 3ª série	1907
TOTAL				5983

Fonte: Censo Escolar INEP (2024). Elaborado pela autora (2025).

No território, a localização das unidades escolares deve ser planejada de uma forma estratégica, considerando condições que garantam acesso facilitado, mobilidade segura e proximidade em relação à população atendida. Na região norte de Florianópolis, as unidades estaduais analisadas têm como referência estar próximas às grandes rodovias de acesso, a SC-406 e SC-403, com intenso tráfego de veículos, e que muitas vezes ocasiona um tempo de deslocamento mais longo, ao necessitar de desvio e contornos até o destino final (Figura 20).

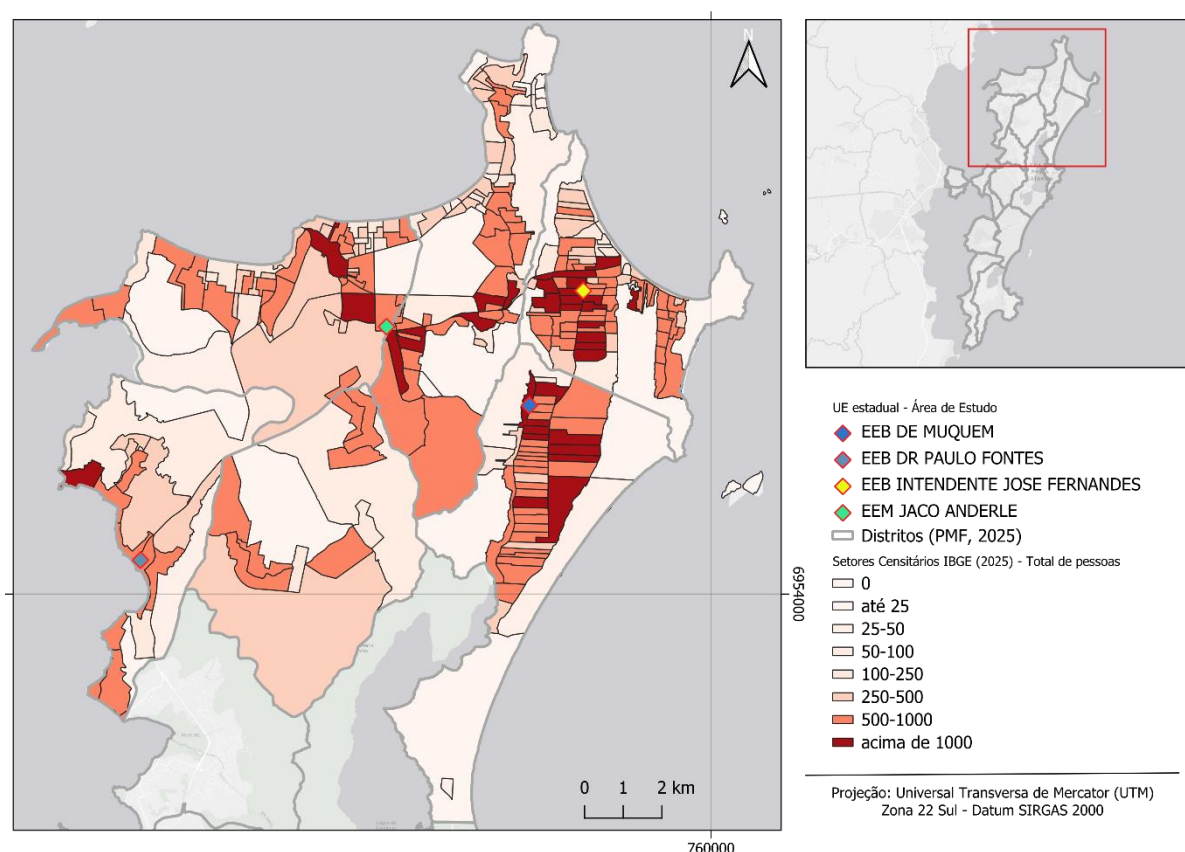
Figura 20 - Mapa de localização das UE - Região norte de Florianópolis (SC)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Ao analisar a distribuição espacial das UEs em relação à configuração dos setores censitários do IBGE (2025), observa-se na figura 21 que as escolas estaduais da área de estudo estão predominantemente inseridas em zonas de maior concentração populacional, especialmente naquelas com mais de 1.000 habitantes por setor. Essa disposição espacial demonstra um padrão estratégico de localização, no qual as instituições se situam próximas aos núcleos urbanos mais densos, favorecendo o atendimento da população residente no entorno imediato.

Figura 21 - Mapa de Setores Censitários - Região norte de Florianópolis (SC)



Fonte: Censo IBGE (2022). Elaborado pela autora (2025).

A concentração das Unidades de Ensino nas áreas centrais dos distritos de Ingleses do Rio Vermelho, Rio Vermelho e Canasvieiras evidencia a correlação entre a densidade populacional e a implantação da infraestrutura educacional. Essas áreas, identificadas pelas tonalidades mais escuras no mapa, representam setores com elevada ocupação e consolidação urbana, indicando a coerência do posicionamento das escolas com a demanda demográfica. Em contrapartida, os distritos com menor densidade — como Ratoões e Santo Antônio de Lisboa — apresentam menor número de setores com grande concentração populacional e, conseqüentemente, menor presença de equipamentos educacionais, o que sugere gaps territoriais no acesso à rede pública estadual.

A EEB Dr. Paulo Fontes, localizada no distrito de Santo Antônio de Lisboa, encontra-se na porção oeste do território e apresenta maior isolamento em relação às demais unidades da região. Diferentemente das outras escolas estaduais, essa instituição possui dupla dependência administrativa, sendo vinculada tanto à rede estadual quanto à municipal. No âmbito estadual, a escola oferta o ensino médio,

da primeira à terceira série, no período noturno. Sob gestão municipal, são ofertadas turmas de ensino fundamental (anos iniciais e finais) no período diurno.

Para a simulação dos dados estudantis — cuja metodologia será detalhada no capítulo 5.2.2 —, a unidade EEB Dr. Paulo Fontes não foi incluída nas análises iniciais por dois motivos principais: a limitação no número de vagas e o fato de ofertar exclusivamente o ensino médio no turno noturno. No entanto, esta unidade será considerada nas análises dos cenários em que o aluno busca uma escola que atenda às suas necessidades específicas, permitindo que o programa simule as distâncias entre sua residência e as unidades de ensino compatíveis. Exemplos desses casos serão apresentados no capítulo 6.2.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo será apresentado a fonte de dados e em seguida o princípio metodológico adotado para o desenvolvimento da pesquisa. Os dados de entrada que deram suporte ao trabalho científico, bem como os métodos vinculados a aplicação à resolução e aplicação do problema tomaram como referência as premissas geotecnológicas. Neste contexto, uma grande parte da fonte de dados foi adquirida a partir de uma parceria estabelecida entre o Laboratório de Geoprocessamento (GEOLAB) da UDESC e a SED/SC, a qual gentilmente cedeu a base de dados das escolas proveniente do censo escolar do INEP (2023), que segue detalhada nos itens a seguir.

6.1. MATERIAIS

A pesquisa utiliza uma abordagem metodológica que integra diversas fontes e ferramentas para a coleta, análise e espacialização de dados educacionais. Os materiais empregados incluem bases de dados geoespaciais, softwares de geoprocessamento e informações fornecidas pela SED/SC. A seguir, a tabela 3 apresenta a lista de materiais, fontes e finalidade dos recursos utilizados na pesquisa.

Tabela 3 - Conjunto de materiais e softwares utilizados na pesquisa (cont)

Material/ Software	Fonte/ Fornecedor	Finalidade
Censo Escolar (2022)	INEP (2023), disponibilizado pela SED/SC	Analisar, organizar e quantificar os dados de unidades escolares para o município de Florianópolis
Base de dados estudantil simulada	Elaboração própria	Analisar e relacionar espacialmente os alunos com as unidades escolares da área de estudo
Microsoft Excel	Microsoft	Organização, sistematização e preparo dos dados escolares e estudantes (simulados)
Bairros de Florianópolis	IPUF (2024)	Suporte às análises espaciais
Distritos de Florianópolis	IPUF (2024)	Suporte às análises espaciais
Sistema Viário de Florianópolis	IPUF (2024)	Identificação dos logradouros do município

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Tabela 3 - Conjunto de materiais e softwares utilizados na pesquisa (final)

Material/ Software	Fonte/ Fornecedor	Finalidade
QGIS	QGIS	Desenvolver projeto cartográfico, geoprocessamento e análise espacial dos dados estudantis simulados
Plugin ORS Tools	HeiGIT	Ferramenta para determinar distância percorrida Matrix e Isochrones para gerar camadas isócronas de deslocamento da base estudantil simulada
ArcGIS PRO e ArcGIS Online	ESRI	Desenvolver projeto cartográfico, geoprocessamento e análise espacial dos dados escolares
Experience Builder	ESRI	Desenvolver e customizar o Geoportal da educação de Florianópolis

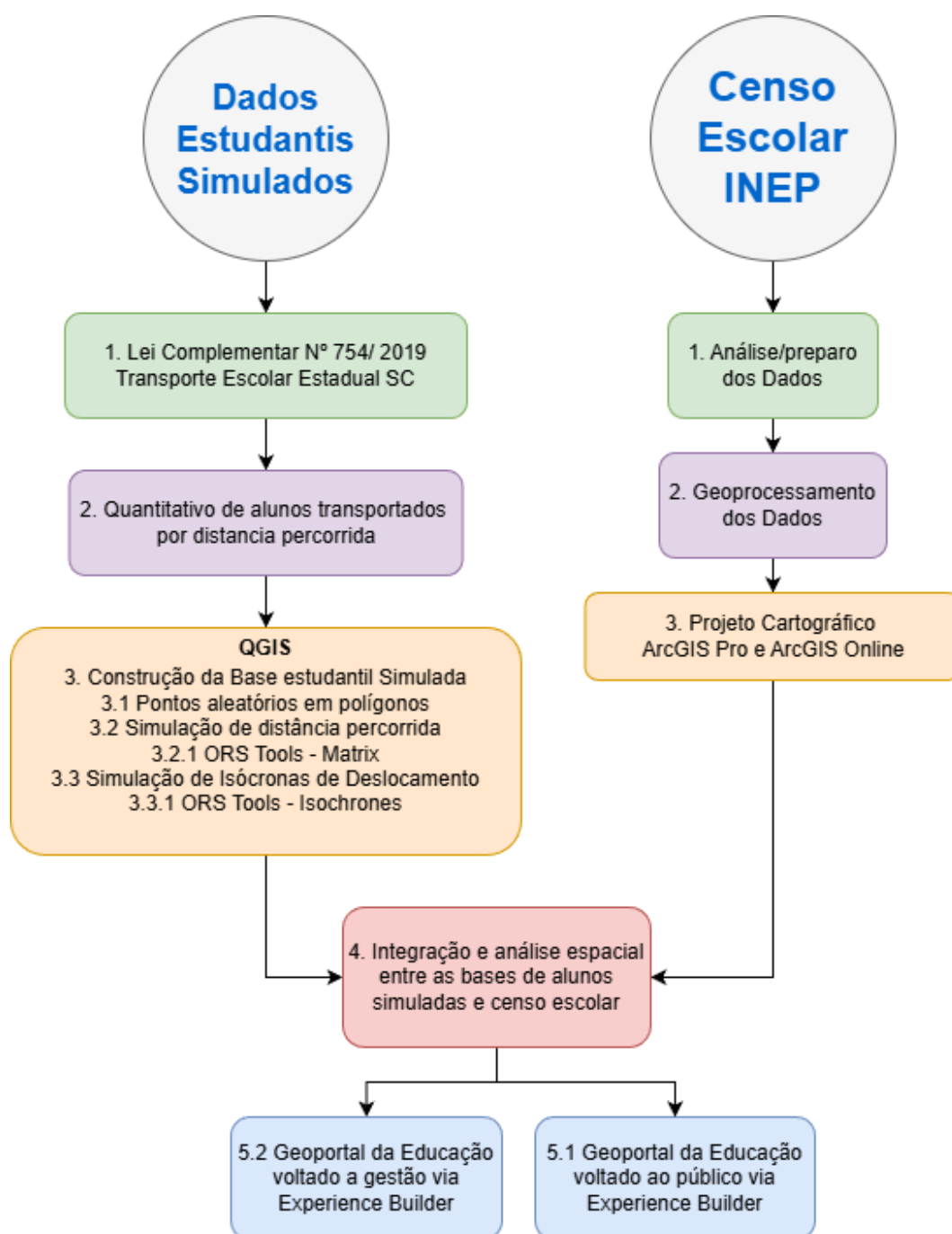
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

6.2. MÉTODO

Para atender à necessidade de visualizar e relacionar dois tipos de dados – o das escolas de Florianópolis e o dos alunos (simulados) da rede estadual das unidades escolares da área de estudo – a metodologia do trabalho será dividida em duas esferas, cada uma explorada separadamente, com processos e etapas estruturadas de forma semelhante.

A primeira esfera se concentrará na coleta, análise e geoprocessamento dos dados das unidades escolares, enquanto a segunda abordará a construção dos dados estudantis simulados, que se relacionam com as unidades de ensino da área de estudo. Ao final dessas etapas, ambas as esferas serão unificadas em uma base de dados integrada, permitindo uma análise aprofundada entre as informações das escolas e o perfil dos alunos, com disponibilização de acesso via Geoportal, conforme a figura 22 ilustra abaixo.

Figura 22 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Nas seções a seguir será explorado as etapas metodológicas de análise e geoprocessamento das unidades escolares de Florianópolis, o desenvolvimento do projeto cartográfico via ArcGIS Pro e ArcGIS Online e a elaboração do Geoportal da educação na plataforma do Experience Builder da ESRI, voltado ao acesso público.

Depois, será explorado as etapas de criação da base simulada dos alunos a partir do recorte da área de estudo, assim como a metodologia empregada para cálculo de distâncias percorridas entre os estudantes e as UEs selecionadas por faixa de deslocamento, previstas na Lei Complementar Nº 754/2019 (SANTA CATARINA, 2019), ao tratar sobre o transporte escolar da rede estadual de Santa Catarina. Ao final, será abordado a forma de integração em WebGIS, no Geoportal da educação voltado ao acesso ao gestor educacional.

6.2.1. Geoportal da Educação de Florianópolis

6.2.1.1. *Análise dos Dados*

A etapa de análise de dados consiste na realização de uma leitura, interpretação e preparo dos dados para reconhecimento da tipologia, estrutura e padronização que acompanham estes dados. É uma etapa de filtragem, de selecionar quais informações são importantes para o objetivo da pesquisa, sendo fundamental para a etapa de processamento e representação espacial dos dados.

Nesta etapa, a principal base de dados analisada foi referente às unidades educacionais das redes municipal, estadual, federal e privada de ensino. A tabela contém todas as unidades educacionais de Santa Catarina, disponibilizado pelo Censo Escolar de 2022 do INEP (2023). Ela apresenta colunas de códigos que fazem referência aos municípios e às escolas catarinenses. Naturalmente, esses valores podem ser categorizados e filtrados de acordo com a necessidade de exibição. Nesse sentido, exportou-se uma segunda tabela apenas com os dados referentes a Florianópolis (Figura 23).

Além do código e nome de cada entidade, a tabela também apresenta uma série de informações adicionais como situação de funcionamento (todas encontram-se em funcionamento), localização (urbana ou rural), dependência administrativa (federal, estadual, municipal ou privada), etapas de ensino (educação infantil, ensino fundamental, ensino médio, curso técnico e EJA), endereço e contato das entidades (CEP, rua, bairro, telefone e e-mail), por fim as coordenadas geográficas (grau decimal) de localização das unidades educacionais.

Figura 23 - Tabela das unidades escolares de Florianópolis

NO_MUNICIPIO	NO_ENTIDADE	DEPENDENCIA ADMINISTRATIVA	1	2	14	15	16	17	18
Florianópolis	42000017	INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCACAO	0	0	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000033	NEIM CRISTO REDENTOR	1	1	0	0	0	0	0
Florianópolis	42000041	CEI MORRO DA CAIXA	1	1	0	0	0	0	0
Florianópolis	42000068	CENTRO EDUC NS MONTE SERRAT	1	1	0	0	0	0	0
Florianópolis	42000106	CEI GIRASSOL	1	1	0	0	0	0	0
Florianópolis	42000220	EEB PROF HENRIQUE STODIECK	0	0	0	0	0	0	0
Florianópolis	42000238	COLEGIO BOM JESUS CORACAO DE JESUS	1	1	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000246	COLEGIO ADVENTISTA DE FLORIANOPOLIS - CENTRO	1	1	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000262	EDUCANDARIO IMACULADA CONCEICAO	1	1	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000351	IFSC - CAMPUS FLORIANOPOLIS	0	0	0	0	0	0	0
Florianópolis	42000360	NEIM NOSSA SENHORA DE LURDES	1	1	0	0	0	0	0
Florianópolis	42000386	CRECHE SAO FRANCISCO DE ASSIS	1	1	0	0	0	0	0
Florianópolis	42000416	ESCOLA SARAPIQUA LTDA	1	1	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000556	NEIM CANTO DA LAGOA	1	1	0	0	0	0	0
Florianópolis	42000564	NEIM SANTO ANTONIO DE PADUA	1	1	0	0	0	0	0
Florianópolis	42000580	NUCLEO DE DESENVOLVIMENTO INFANTIL - NDI UFSC	1	1	0	0	0	0	0
Florianópolis	42000645	COLEGIO SANTA CATARINA	0	0	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000653	EBM RETIRO DA LAGOA	0	1	1	1	1	1	0
Florianópolis	42000661	EBM JOAO FRANCISCO GARCEZ	0	0	1	1	1	1	0
Florianópolis	42000670	COLEGIO CATARINENSE	1	1	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000688	COLEGIO DE APLICACAO UFSC	0	0	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000696	EEB LEONOR DE BARROS	0	0	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000700	EEB PE ANCHIETA	0	0	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000718	EEB SIMAO JOSE HESS	0	0	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000726	EEB FELICIANO NUNES PIRES	0	0	0	0	0	0	0
Florianópolis	42000734	EBM HENRIQUE VERAS	0	0	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000742	EEB HILDA TEODORO VIEIRA	0	0	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000750	EBM JOAO ALFREDO ROHR	0	0	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000769	EBM ACACIO GARIBALDI SAO THIAGO	0	0	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000777	EBM BEATRIZ DE SOUZA BRITO	0	0	1	1	1	1	1
Florianópolis	42000793	ESCOLA DINAMICA	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Para interpretar os dados de etapas de ensino de uma entidade, foi consultado um dicionário da mesma tabela, que oferece uma descrição dos valores apresentados nas linhas e colunas. Por exemplo, na tabela da Figura 21, esses dados iniciam a partir da coluna “1”, que faz referência à educação infantil (creche), “2” à educação infantil (pré-escola), seguido pela sequência da coluna “14”, correspondendo aos valores de ensino fundamental (1º ano, 2º ano, 3º ano, assim por diante). Os valores destas colunas são exibidos como 0 ou 1, sendo que o primeiro representa ausência e o segundo a presença daquela categoria de ensino, respectivamente.

Essa etapa de interpretação foi fundamental para identificar quais as categorias e etapas de ensino oferecidas por cada entidade, considerando que muitas não apresentam educação infantil, ensino fundamental e médio completos. Em decorrência disso, observou-se uma variedade de combinações de ensino, variando conforme cada instituição.

Nesse contexto, foram criadas duas colunas adicionais: uma para categorizar o tipo de ensino ofertado e outra para representar a legenda das etapas educacionais das entidades, conforme mostra a Figura 24. Essa nova versão da tabela foi estruturada considerando a especialização dos dados, preservando as informações fundamentais como código, nome, dependência administrativa, as

colunas novas (categoria e legenda) e o endereço das unidades educacionais de forma a permitir sua visualização interativa em geoportal nos produtos finais.

Figura 24 - Tabela das unidades escolares de Florianópolis

COD	NO ENTIDADE	DEPENDENCIA	CATEGORIA	LEGENDA
42148685	ALERE ESCOLA	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42159482	ALOHA INSTITUTE	Privada	Educação Infantil; Ensino Fundamental	Pré-escola; 1ano; 2ano; 3ano; 4ano; 5ano; 6ano
42160049	CHOOL BILINGUAL EDI	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42001846	PEDAGOGICA PRAIA D	Privada	Educação Infantil; Ensino Fundamental	Creche; Pré-escola; 1ano; 2ano; 3ano; 4ano; 5ano
42087627	IGIO LOGOSOFICO GO	Privada	Educação Infantil; Ensino Fundamental	Creche; Pré-escola; 1ano; 2ano; 3ano; 4ano; 5ano
42135583	O DE MORADORES LAG	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42167400	CAO LAR RECANTO DO	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42001625	IACAO PEDAGOGICA N	Privada	Educação Infantil; Ensino Fundamental; Ensino Médio	Creche; Pré-escola; 1ano; 2ano; 3ano; 4ano; 5ano; 6ano; 7ano; 8ano; 9ano; 1serie; 2serie; 3serie
42155584	ALON EVOLUTIVE SCHC	Privada	Educação Infantil; Ensino Fundamental	Creche; Pré-escola; 1ano; 2ano; 3ano; 4ano; 5ano; 6ano; 7ano
42160383	AZ FLORIPA	Privada	Ensino Médio	1serie; 2serie; 3serie
42091381	A MATERNAL E JARDIM	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42261201	DUP DR JORGE LACERD	Estadual	Curso Técnico	Curso Técnico Subsequente
42136733	EL ARCANDELO LTDA EF	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42102456	CEI CONVIVENCIA	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42149363	EI CONVIVENCIA PRIM	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42064848	CEI CRIANCA CRIANCA	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42148715	CEI ESPACO ABERTO	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42000106	CEI GIRASSOL	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42148898	CEI INTERARTE	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42000041	CEI MORRO DA CAIXA	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42148774	VOJETO CRIAR ARTE LTC	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42110904	EI VIDA E MOVIMENTC	Estadual	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42149029	I VIVENDO APRENDENDI	Privada	Educação Infantil	Creche
42126509	EJA DE FLORIANOPOLI	Estadual	EJA Ensino Fundamental; EJA Ensino Médio	anos iniciais; anos finais; ensino médio
42064902	E EDUCACAO ACAO E E	Privada	Educação Infantil; Ensino Fundamental; Ensino Médio	Creche; Pré-escola; 1ano; 2ano; 3ano; 4ano; 5ano; 6ano; 7ano; 8ano; 9ano; 1serie
42160170	AO CANADENSE EM FL	Privada	Educação Infantil; Ensino Fundamental	Creche; Pré-escola; 1ano
42065119	JUCACAO INFANTIL AC	Privada	Educação Infantil	Creche; Pré-escola
42114357	NTRO DE ENSINO GURC	Privada	Educação Infantil; Ensino Fundamental; Ensino Médio	Creche; Pré-escola; 1ano; 2ano; 3ano; 4ano; 5ano; 6ano; 7ano; 8ano; 9ano; 1serie; 2serie; 3serie
42148847	NTRO EDUC DOM RAFA	Privada	Educação Infantil; Ensino Fundamental	Creche; Pré-escola; 1ano; 2ano; 3ano; 4ano; 5ano

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

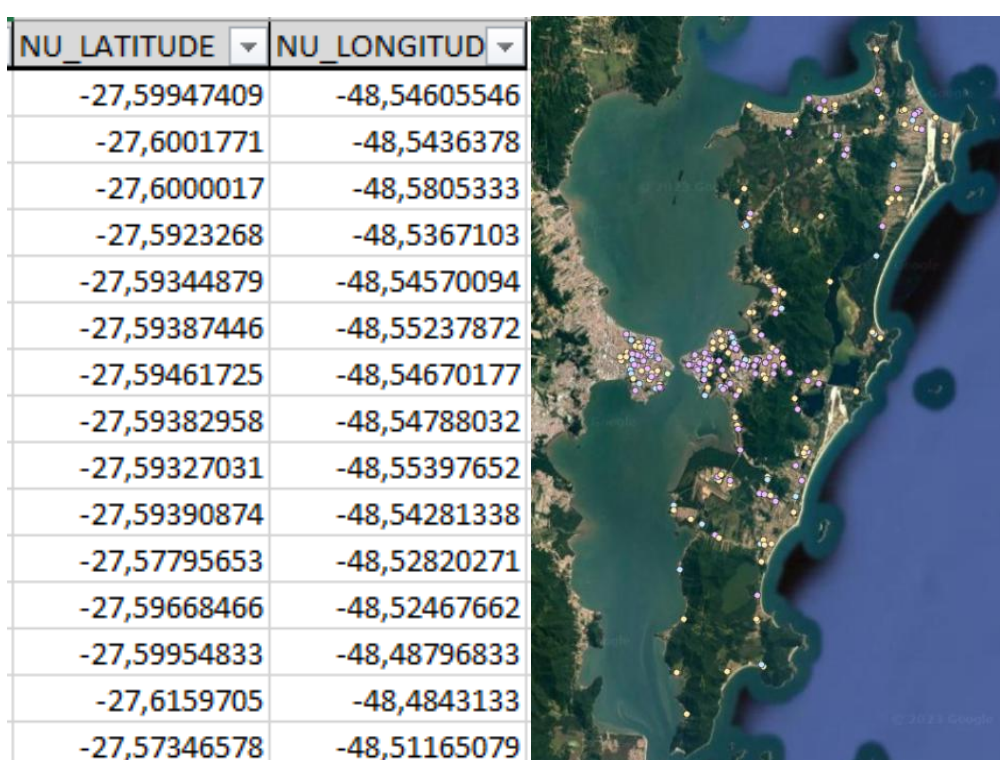
6.2.1.2. Geoprocessamento dos Dados

Esta etapa consiste na aplicação de técnicas de geoprocessamento para espacializar e mapear os dados, de forma a delimitar e estruturar as feições em pontos e polígonos. Geralmente, os dados em sua estrutura tabular apresentam uma coluna com um indexador, como um código ou um id, para reconhecer as feições. É por meio dessa chave de identificação que é possível relacionar e realizar operações espaciais entre os dados tabulares e as geometrias (pontos, linhas e feições) de um SIG.

A base de dados das unidades educacionais, uma vez analisada e feita a preparação descrita na etapa anterior, foi incorporada pelo ArcGIS Pro. Este software, que demanda licença de uso, representa a mais recente solução em SIG desenvolvida pela ESRI. O ArcGIS Pro oferece uma plataforma avançada que permite a integração eficiente entre o ambiente Desktop (Offline) e o ArcGIS Online (nuvem). Essa integração é crucial, estabelecendo uma conexão essencial para as etapas subsequentes do projeto. O acesso ao *software* licenciado acontecerá nas dependências do GEOLAB da UDESC.

A respeito da geolocalização das unidades escolares, a tabela do Censo Escolar do INEP (2022), vista anteriormente na Figura 21, contém os valores das coordenadas de Latitude e Longitude nas duas últimas colunas para cada instituição. Estes dados foram processados utilizando o ArcGIS Pro, identificando que os campos correspondiam aos dados Y e X, respectivamente. Foi utilizada a ferramenta “Dados de ponto XY”, resultando na representação pontual da localização das instituições, como ilustrado na Figura 25.

Figura 25 - Espacialização dos pontos de coordenadas das UE de Florianópolis (SC)



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Além disso, realizou-se uma verificação adicional a respeito da precisão dos pontos por meio da plataforma do Google Maps. Essa conferência foi crucial para garantir a representação correta da localização das instituições no mapa, assegurando assim a qualidade dos dados utilizados para análises posteriores. A partir do reconhecimento da localização das unidades escolares por meio dos pontos, foi possível realizar a delimitação das edificações escolares em forma de polígonos, como mostra a Figura 26.

Figura 26 - Detalhe da delimitação das Unidades Escolares de Florianópolis



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Com as feições pontuais e poligonais das unidades escolares definidas, ambas contendo as informações da tabela original, foi estabelecido a simbologia das camadas com base nas categorias de ensino e forma de dependência administrativa das escolas, respectivamente (Figura 27).

Além disso, ao selecionar uma feição pontual é gerado um *pop-up* que exibe as informações referentes à instituição selecionada. Essa funcionalidade é editável, possibilitando a seleção dos campos da tabela original a serem exibidos, garantindo uma visualização personalizada e mais detalhada das informações relacionadas a cada unidade escolar.

Figura 27 - Pontos e polígonos das Unidades Escolares da região central de Florianópolis (SC)



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

6.2.1.3. Plataforma Online (ArcGIS Online)

Como visto anteriormente, o programa ArcGIS Pro apresenta funcionalidade desktop (*offline*) podendo ser integrado pelo ArcGIS Online, que oferece armazenamento e permite a manipulação dos projetos e dados de forma *online*. Ao unir esses dois ambientes, os projetos cartográficos e seus componentes tornam-se acessíveis e utilizáveis de maneira mais abrangente, facilitando a continuidade

e a efetividade das análises geoespaciais e das ações a serem empreendidas nas próximas etapas da pesquisa.

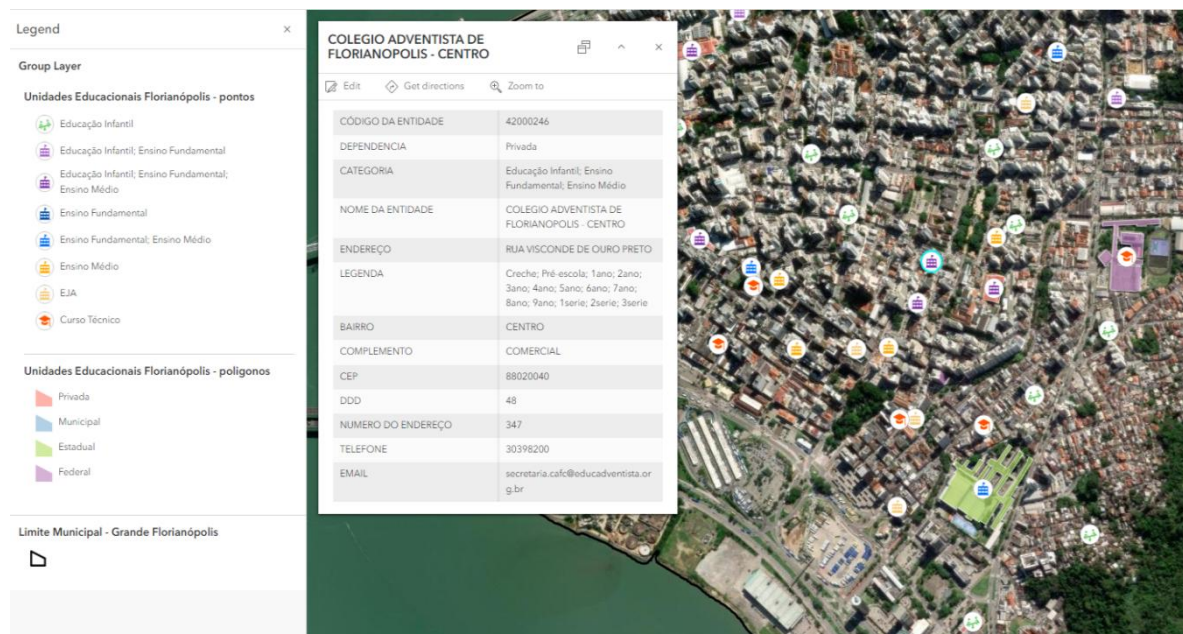
Ambas as plataformas suportam a criação de mapas, análises e edição de dados, mas o ArcGIS Pro é um software reconhecido por suas funcionalidades de processamento mais avançadas. A colaboração é uma característica comum, mas o ArcGIS Online se destaca como uma ferramenta centralizada na nuvem para facilitar o compartilhamento e a colaboração remota.

A infraestrutura do ArcGIS Online foi desenvolvida para atender a demanda por um SIG que permita a criação e edição colaborativa de projetos cartográficos na *Web*, promovendo o desenvolvimento de mapas interativos e acessíveis à múltiplos usuários e, caso desejarem, ao público. Dessa forma, o ArcGIS Online não apenas facilita a colaboração entre membros de uma equipe, mas também possibilita a divulgação eficiente de informações geoespaciais de forma dinâmica e acessível à população.

Em muitos casos, as organizações optam por integrar ambas as plataformas para aproveitar ao máximo as capacidades específicas de cada uma. Enquanto o ArcGIS Pro oferece potência e complexidade para análises detalhadas, o ArcGIS Online facilita a colaboração eficiente e o acesso remoto aos dados geoespaciais. Essa combinação estratégica permite abordar diversas necessidades em projetos geoespaciais de forma integrada.

Nesse sentido, o projeto cartográfico composto pela localização e delimitação das unidades escolares feito no ArcGIS Pro passou para o sistema hospedado na nuvem do ArcGIS Online, preservando as configurações e simbologias das feições definidas previamente, conforme ilustra a Figura 28.

Figura 28 - Visualização do projeto das Unidades Escolares da região central de Florianópolis no ArcGIS Online



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A partir da integração do projeto cartográfico no ArcGIS Online, foi possível explorar novas formas de exibição das feições. Uma destas funcionalidades é a agregação dos pontos das escolas em clusters, exibindo-os como um símbolo. Os clusters usam símbolos de tamanho proporcional e mudam dinamicamente com a escala do mapa (Figura 29), tendo como base o número de características pontuais em cada cluster.

Figura 29 - Agregação dos pontos das Unidades Escolares no ArcGIS Online



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O clustering é uma técnica dinâmica aplicada em diferentes escalas, caracterizada pela agregação de pontos em grupos variáveis. Conforme a escala diminui, mais pontos são consolidados em menos clusters, e, inversamente, à medida que a escala aumenta, mais clusters são gerados. Ao dar zoom para um nível em que a área ao redor de uma feição de ponto não contenha outras feições, essa feição de ponto é exibida de forma individual, mantendo as opções de estilo aplicadas à camada.

A flexibilidade do clustering é evidenciada na capacidade de ajustar o número de feições agrupadas em clusters, um ajuste possível através da definição do raio do cluster. Isso permite um controle refinado sobre como as feições são agrupadas e exibidas em diferentes níveis de zoom, proporcionando uma representação visualmente eficaz e otimizada da informação geoespacial.

Outra funcionalidade importante é a da visibilidade de uma camada. Dependendo do nível da escala, é possível configurar quais feições serão exibidas. Por exemplo, para a camada dos clusters das escolas foi definido um limite de exibição até a escala de 1:40.000. A partir desta mesma escala, as camadas de pontos e de edificações das unidades educacionais emergem no mapa. Ampliando para 1:5.000, a camada de logradouros com a identificação do nome das ruas passa a ser exibida.

A definição e configuração dessas funcionalidades adicionais de exibição das camadas são essenciais para a preparação do projeto cartográfico, visando

sua apresentação eficaz no geoportal. Este processo leva em consideração como as feições irão responder às diversas formas de interação dos usuários, garantindo uma experiência mais fluida e aprofundada.

Ao ajustar detalhes como a resposta ao zoom, a visualização em diferentes escalas e a aplicação de clusters, o objetivo é otimizar a usabilidade do geoportal. Dessa forma, as feições são apresentadas de maneira intuitiva e adaptável, atendendo às expectativas dos usuários durante suas interações com a plataforma. Essa abordagem estratégica não apenas melhora a legibilidade e compreensão dos dados geoespaciais, mas também contribui para uma experiência mais interativa e eficiente ao explorar o projeto cartográfico no contexto do geoportal.

6.2.1.4. ArcGIS Experience Builder e Aplicações

O ArcGIS Experience Builder é uma plataforma voltada para a criação de aplicativos web (geoportal) como um serviço integrado ao ArcGIS Online e ArcGIS Enterprise, destacando-se por diversas características-chave que potencializam a criação de experiências de mapeamento e visualização de dados de forma inovadora, projetada para ser acessível a usuários com diversos níveis de habilidade em programação.

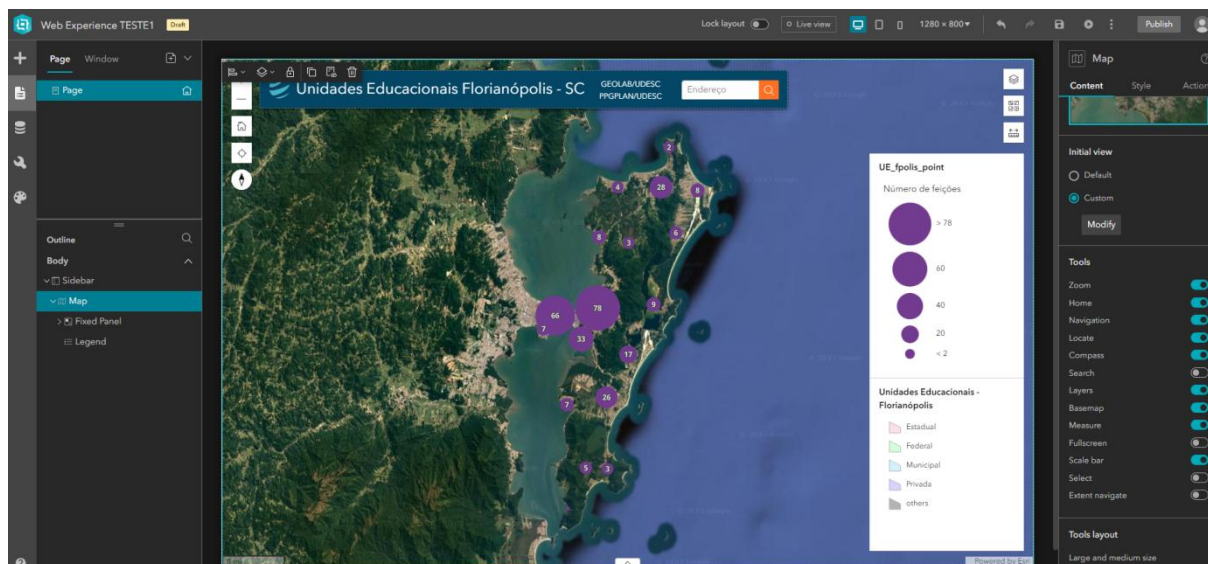
Uma das características essenciais do ArcGIS Experience Builder é a otimização para dispositivos móveis. Isso significa que as experiências criadas são adaptáveis a uma variedade de tamanhos de tela, proporcionando uma visualização consistente e eficiente em computadores, smartphones e tablets. Neste trabalho, em primeiro momento, será implementado as proporções de tela para exibição em computador.

A ferramenta também oferece flexibilidade no design das experiências, permitindo aos usuários criar layouts personalizados de acordo com suas necessidades e preferências, ou se preferir selecionar modelos pré-estabelecidos. Ela oferece uma série de componentes customizáveis, construção de painéis e definição de temas para exibição. Além disso, os projetos cartográficos e feições podem ser inseridos no layout, estabelecendo a ordem e organização dos elementos.

Para o projeto das unidades escolares de Florianópolis foi selecionado as ferramentas de zoom (ampliar e diminuir a escala), home (retorna à visualização

principal), localização, compasso (bussola), ativação e desativação de camadas, tipos de *basemaps* (mapas de fundo) e escala, como pode ser observado na Figura 30.

Figura 30 - Agregação dos pontos das Unidades Escolares no ArcGIS Online



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Adicionalmente, é possível selecionar aplicações interativas que respondem ao mapa, conhecidos como *Widgets*. Eles são os principais blocos de construção da plataforma, cada um apresentando uma configuração específica. Existem dois principais tipos de *Widgets*: os básicos e de layout. Os widgets básicos são aqueles que atendem diretamente ao conteúdo das camadas do mapa, como a legenda e filtros de dados, por exemplo. Os widgets de layout são um conjunto de elementos para construção da página, como blocos de texto, imagens e outras mídias.

Analisando o conjunto de aplicações que apresentam soluções espaciais no mapa, explorou-se a funcionalidade de *Widgets* capazes de localizar e definir rotas otimizadas para as escolas considerando os campos (dados) das feições analisadas. Para isto, dois aplicativos foram selecionados: *Near Me* (“Próximo a mim”) e *Filter* (“Filtro”). A primeira aplicação realiza uma leitura da área (raio) ao redor de um ponto definido e apresenta de forma sintetizada as feições que se encontram neste perímetro. Já a segunda, tem por objetivo filtrar as unidades de ensino de Florianópolis pela tipologia de ensino, permitindo customizar a forma de visualização na plataforma.

6.2.2. Simulação da Base de Dados Estudantil

Este capítulo tem por objetivo descrever a etapa de simulação dos dados referentes aos alunos da rede estadual de ensino, desenvolvida com a finalidade de resguardar as informações pessoais dos estudantes, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD – Lei nº 13.709/2018), que estabelece diretrizes para a proteção da privacidade e do tratamento ético de dados pessoais.

A geração dos dados simulados foi conduzida com base em situações e demandas reais identificadas na gestão pública, especialmente no âmbito da SED/SC, contemplando aspectos relacionados à organização e ao planejamento da rede escolar. Dessa forma, a simulação busca reproduzir cenários representativos que possibilitam o desenvolvimento de estratégias de planejamento e análise, utilizando o geoprocessamento e as análises espaciais como instrumentos de suporte à tomada de decisão no contexto educacional.

A partir do entendimento dos parâmetros legais e operacionais do transporte escolar estadual, estruturaram-se, em planilhas do Microsoft Excel, uma série de atributos com dados estudantis fictícios (como nome, endereço, matrícula, etc) voltados à visualização e análise espacial da relação entre alunos e as unidades educacionais da área de estudo. As informações referentes a estas — como código, dependência administrativa, endereço e número de matrículas — foram obtidas a partir do Censo Escolar do INEP (anos de referência 2022 e 2024), disponibilizado *online*.

A relação principal entre as duas bases de dados estabelecidas neste estudo fundamenta-se em um código identificador comum, correspondente ao código da instituição de ensino, atribuído pelo INEP. Esse código, de abrangência nacional, permite a identificação única de cada unidade escolar existente no país, viabilizando a integração entre diferentes fontes de informação. Assim, a vinculação entre os registros dos alunos e as respectivas unidades escolares ocorre por meio desse identificador, permitindo a correspondência entre os dados simulados e as instituições de ensino da rede estadual estudadas.

A customização de um projeto em SIG para visualização espacial, operações e testes entre os dados foi realizada no software QGIS (em inglês Quantum Geographical Information System). Trata-se de uma plataforma gratuita e de código

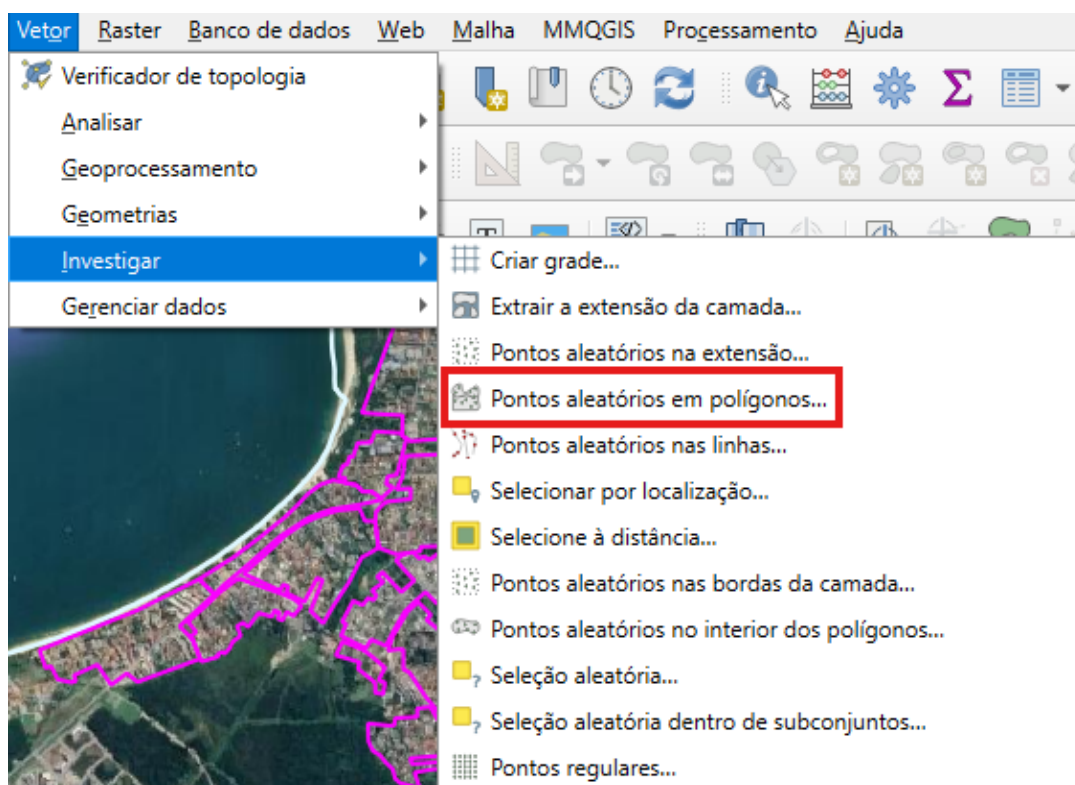
aberto (*Open Source*) amplamente utilizada em aplicações de geoprocessamento. Essa característica possibilita que seu desenvolvimento seja continuamente aprimorado por uma comunidade colaborativa de usuários e desenvolvedores, o que resulta em um ambiente dinâmico e em constante evolução. Exemplo disto são os *plugins*, complementos do QGIS criados pela comunidade que adiciona novas funcionalidades e ferramentas ao programa para atender demandas específicas de geoprocessamento, topografia, análise espacial, entre outros.

A partir dessa breve contextualização sobre a legislação que regulamenta o transporte escolar estadual, a estrutura dos dados propostas para simulação (relação aluno–escola) e meio para isto (QGIS), as etapas metodológicas subsequentes serão detalhadas nos tópicos a seguir, com foco na aplicação das ferramentas do QGIS para geração dos resultados que serão explorados no capítulo 6.2, referente aos estudos de caso.

6.2.2.1. *Construção e Simulação da Base de Dados Estudantil*

A geração da base estudantil utilizada nesta pesquisa teve como ponto de partida a localização das UEs da área de estudo, analisando-se o entorno imediato de cada uma delas, incluindo as principais vias de acesso, quadras, lotes e edificações que compõem a dinâmica urbana local. A simulação dos endereços dos alunos — representados por feições pontuais — foi realizada por meio da ferramenta de análise espacial do QGIS denominada “Pontos aleatórios em polígonos”, que permite a geração de pontos distribuídos aleatoriamente dentro dos limites de uma camada poligonal (Figura 31).

Figura 31 - Ferramenta de Pontos aleatórios em polígonos do QGIS



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Antes da aplicação da ferramenta, foram delimitados os polígonos correspondentes à camada de entrada, representando os limites da mancha urbana nas proximidades das unidades educacionais analisadas. Essa delimitação foi realizada com base na interpretação visual da imagem mais recente disponibilizada pelo Google Satélite, conforme ilustrado na Figura 32.

Figura 32 - Delimitação da mancha urbana como poligonal de entrada



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Para a camada de polígonos correspondente à mancha urbana, foram estabelecidos dois campos de atributos: o nome do distrito e a respectiva área em hectares. Este último atributo teve papel fundamental na definição do número de pontos aleatórios a serem gerados, de forma proporcional à dimensão da área delimitada. Assim, foram definidas faixas de tamanho das manchas urbanas, com valores de referência para o quantitativo de pontos simulados, conforme apresentado na Tabela 4.

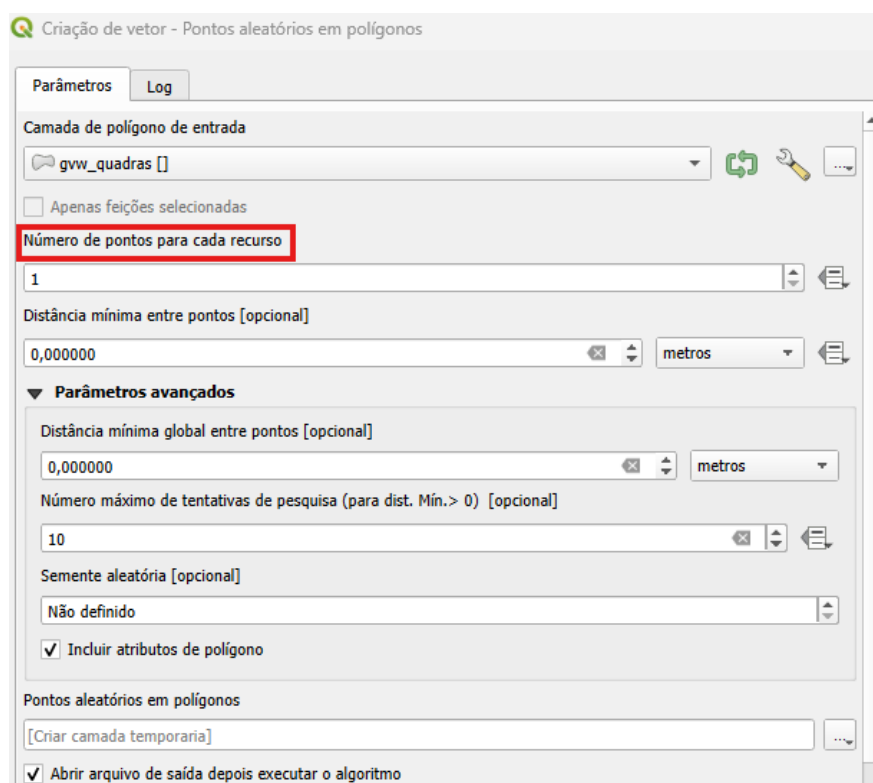
Tabela 4 - Intervalos de áreas (Ha) para criação de pontos aleatórios

Área (Ha)	Nº de pontos aleatórios
Acima de 160	2000
30-80	500
20-29	200
10-19	100
abaixo de 10	50

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A partir dos parâmetros definidos na Tabela 4, procedeu-se à geração dos pontos simulados utilizando a ferramenta “Pontos aleatórios em polígonos” do QGIS (Figura 33), onde é possível estabelecer o número de pontos a serem gerados. O processo foi executado individualmente para cada distrito, de modo a garantir que o número de pontos criados respeitasse as proporções estabelecidas em relação à área de cada mancha urbana. Cada execução da ferramenta resultou em uma nova camada vetorial de pontos, posteriormente consolidada em uma única base integrada, contendo todos os registros simulados de alunos da região norte de Florianópolis.

Figura 33 - Configuração da Ferramenta de Pontos aleatórios em polígonos do QGIS



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A camada final de pontos, representando o quantitativo de alunos simulados vinculados às UEs da área de estudo, totalizou aproximadamente seis mil feições. Para o preenchimento dos atributos dessa base, foram consideradas as informações de matrículas das UEs analisadas, conforme dados disponibilizados pelo Censo Escolar do INEP (2024), discutido no Capítulo 4 (Tabela 2).

A Tabela 5 apresenta as colunas que compõem a base estudantil, indicando o nome, o tipo de dado e uma breve descrição de cada campo criado para o arquivo de pontos gerados. As colunas iniciais correspondem à identificação da unidade de ensino à qual o aluno está vinculado, incluindo o código e o nome da UE. Em seguida, os campos número de matrícula, nome do aluno, categoria, legenda, período e endereço foram gerados de forma aleatória, com apoio de inteligência artificial (IA), que, a partir de instruções parametrizadas, produziu tabelas simuladas de preenchimento automático.

Tabela 5 -Metadados dos atributos criados para alunos

Nome	Tipo	Descrição
CD_ENTIDAD	Inteiro (64bit)	Código da UE
NOME_EN	Texto (string)	Nome da UE
N_MATRICUL A	Inteiro (64bit)	Número de matrícula
NOME_AL	Texto (string)	Nome do Aluno
CATEGORIA	Texto (string)	Categoria de ensino do Aluno (Ensino Fundamental ou Ensino Médio)
LEGENDA	Texto (string)	Tipo de ensino cadastrado (1 ano ao 9 ano – Ensino Fundamental) (1ª série a 3 série – Ensino Médio)
PERIODO	Texto (string)	Matutino ou Vespertino
ENDERECO	Texto (string)	Endereço do Aluno
DISTRITO	Texto (string)	Distrito do Aluno
LAT	Decimal (double)	Coordenadas Latitude do Aluno
LONG	Decimal (double)	Coordenadas Longitude do Aluno
ID	Inteiro (64bit)	Número ID do Aluno
DIST_1	Decimal (double)	Distância primária entre Aluno e UE
DIST_2	Decimal (double)	Distância secundária entre Aluno e UE
DIST_3	Decimal (double)	Distância terciária entre Aluno e UE
DIST_4	Decimal (double)	Distância quaternária entre Aluno e UE
FAIXA	Texto (string)	Faixa de transporte do Aluno (A, B ou C)

Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Os campos de latitude e longitude representam as coordenadas de cada ponto (aluno) e foram calculados por meio da ferramenta Calculadora de Campo do QGIS. Além disso, cada ponto apresenta uma informação de ID, um número

exclusivo a ele, importante para o processo de junção com outras bases de dados e cruzamento de tabelas.

As quatro colunas finais — distância_1, distância_2, distância_3 e faixa — representam os resultados das análises de deslocamento entre a residência simulada do estudante e as UEs da área de estudo. A distância 1 refere-se à distância primária (em quilômetros) entre o aluno e a escola à qual está vinculado. Já as distâncias 2 e 3 expressam as distâncias entre o mesmo aluno e as demais unidades educacionais da região, utilizadas para fins comparativos.

A distância 4, diferente das outras, é uma coluna cujos valores correspondem à distância quaternária dos pontos em relação a EEB Dr Paulo Fontes, específica para os casos de alunos de ensino médio (visto que é a única tipologia de ensino ofertada pela EEB Dr Paulo Fontes), e que estejam em faixa “C” de deslocamento da unidade da qual pertence. A configuração espacial e a análise dos deslocamentos serão discutidas em maior profundidade no capítulo 6.2, dedicado aos estudos de caso.

Por fim, a coluna faixa indica a categoria de distância em que o aluno se enquadra com base na distância primária, conforme os parâmetros estabelecidos pela Lei Estadual Complementar nº 754/2019. As faixas são definidas como: A, para distâncias entre 3 e 6 km (6 a 12 km ida e volta); B, para distâncias entre 6,01 e 12 km (12,01 a 24 km ida e volta); e C, para distâncias iguais ou superiores a 12,01 km (24,01 km ou mais considerando o percurso total).

6.2.2.2. *Simulação das Distâncias entre Alunos e Unidades Educacionais*

O artigo 3 item I da Lei Estadual Complementar nº 754/2019 estabelece que os recursos financeiros mensais são calculados a partir da distância percorrida entre alunos e UE, nos intervalos vistos anteriormente. Para determinar a distância percorrida, foi utilizado um Plugin pelo QGIS chamado ORS Tools, desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia de Geoinformação de Heidelberg (HeiGIT)⁶.

⁶ HEIDELBERG INSTITUTE FOR GEODATA RESEARCH AND APPLICATIONS (HeiGIT). *Heidelberg Institute for Geoinformation Technology*. Disponível em: <https://heigit.org/>. Acesso em: 28 out. 2025.

Essa ferramenta oferece acesso à maior parte das funcionalidades do serviço *openrouteservice.org*, que utiliza dados provenientes do *OpenStreetMap*⁷. Para sua utilização no QGIS, é necessário realizar um cadastro na plataforma do HeiGIT, responsável pelo provimento do serviço, a fim de obter uma chave de API⁸ que possibilita a conexão e o processamento das rotas. O conjunto de ferramentas inclui cálculos de rotas, isócronas e matrizes, que podem ser realizados de forma interativa na área de visualização do mapa ou a partir de arquivos de pontos dentro do ambiente de processamento do QGIS.

Os arquivos de saída gerados apresentam diversos atributos detalhados, incluindo duração, extensão do trajeto e localizações de início e fim. Entre as funções disponíveis, destaca-se a função Matrix, que permite calcular distâncias e tempos de deslocamento entre múltiplos pontos, sendo essencial para análises espaciais que envolvem acessibilidade e planejamento territorial.

No QGIS, para cada segmento de análise foram selecionados determinados grupos de pontos (alunos) em diferentes porções do território da área de estudo — procedimento necessário devido às restrições de limite de processamento impostas aos usuários, a fim de manter a estabilidade do sistema. Na configuração da ferramenta Matrix do plugin *ORS Tools*, a camada de pontos correspondente aos alunos foi definida como camada de início (*Input Start Point Layer*), enquanto a camada de pontos das unidades educacionais foi configurada como camada final (*Input End Point Layer*).

Além disso, a ferramenta permite definir o modo de viagem (*Travel Mode*), oferecendo opções como deslocamento por automóvel (regular ou caminhão), bicicleta (elétrica, de estrada ou de montanha), a pé (caminhada ou trilha) e por cadeira de rodas. Para as análises realizadas nesta pesquisa, o modo selecionado foi o de caminhada regular a pé (Figura 34).

⁷ OPENSTREETMAP. *OpenStreetMap*. Projeto colaborativo de mapeamento mundial que fornece dados geográficos livres, criados e atualizados por uma comunidade global de voluntários. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org>. Acesso em: 18 out. 2025.

⁸ Uma *chave de API* (*Application Programming Interface key*) é um código único que permite a autenticação e o controle de acesso de um usuário a determinados serviços ou plataformas na web, como o *openrouteservice*. Ela funciona como uma identificação digital que autoriza o envio e o recebimento de solicitações entre o software e o servidor do provedor do serviço. *Using API keys*. Google Developers Documentation. Disponível em: <https://cloud.google.com/docs/authentication/api-keys>. Acesso em: 18 out. 2025.

Figura 34 - Parâmetros de configuração da ferramenta Matrix da ORS Tools

Provider
openrouteservice

Travel mode
foot-walking

Input Start Point layer
Alunos Rede Estadual (Simulado) [EPSG:31982]

☒ Apenas feições selecionadas

Start ID Field (can be used for joining) [opcional]
123 ID

Input End Point layer
UE estadual - Área de Estudo [EPSG:31982]

☒ Apenas feições selecionadas

End ID Field (can be used for joining) [opcional]
abc NO_ENTIDAD

Route_Matrix_2025-11-13_16:20:36
[Criar camada temporária]

☒ Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Como campo opcional, mas de grande relevância, a ferramenta Matrix possibilita que a camada resultante com os valores das distâncias calculadas mantenha um campo de identificação (*Start e End ID Field*), o qual registra as identidades das camadas de entrada e viabiliza sua posterior integração. No caso desta pesquisa, para a camada de pontos dos alunos, o campo selecionado como ID foi o ID numérico (variando de 1 a 5.890), enquanto, para a camada das unidades educacionais (UEs), o campo escolhido foi o nome das entidades.

O processamento da ferramenta resulta em uma camada temporária contendo os dados de distância (km) e duração (h) - nesse caso - entre o ponto (aluno) identificado pelo campo ID, e as UEs selecionadas, identificadas por seus nomes. Antes de executar o processamento, o usuário pode optar por salvar a camada resultante, definindo um diretório no computador - dessa forma, a camada passa a ser permanente e pode ser acessada também como uma tabela Excel (Figura 35). Como se trata de uma informação tabular, a ferramenta não produz geometria espacial, razão pela qual o campo ID é fundamental, ao estabelecer a ligação entre as bases de dados no QGIS.

Figura 35 - Exemplo da tabela resultante da ferramenta Matrix da ORS Tools

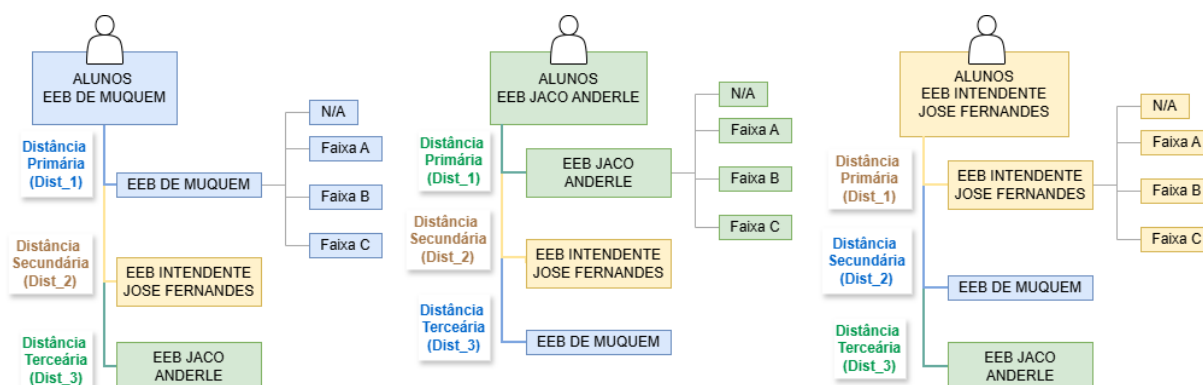
	A	B	C	D
1	FROM_ID,ITO_ID,C,254		DURATION_H,N,24,15	DIST_KM,N,24,15
2	4846	EEB JACO ANDERLE	0,145133333333333	5,327040000000000
3	4846	EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES	0,142286111111111	5,309830000000000
4	4846	EEB DE MUQUEM	0,241111111111111	8,727750000000000
5	4847	EEB JACO ANDERLE	0,102972222222222	4,694640000000000
6	4847	EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES	0,100125000000000	4,677430000000000
7	4847	EEB DE MUQUEM	0,198952777777778	8,095350000000000
8	4848	EEB JACO ANDERLE	0,098683333333333	4,630270000000000
9	4848	EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES	0,095836111111111	4,613060000000000
10	4848	EEB DE MUQUEM	0,194661111111111	8,030980000000000
11	4849	EEB JACO ANDERLE	0,101200000000000	4,668040000000000
12	4849	EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES	0,098352777777778	4,650840000000000
13	4849	EEB DE MUQUEM	0,197180555555556	8,068760000000000
14	4850	EEB JACO ANDERLE	0,125791666666667	5,036910000000000
15	4850	EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES	0,122944444444444	5,019700000000000
16	4850	EEB DE MUQUEM	0,221769444444444	8,437620000000000
17	4851	EEB JACO ANDERLE	0,129525000000000	5,092900000000000
18	4851	EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES	0,126677777777778	5,075690000000000
19	4851	EEB DE MUQUEM	0,225502777777778	8,493610000000000
20	4852	EEB JACO ANDERLE	0,132505555555556	5,137640000000000
21	4852	EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES	0,129658333333333	5,120430000000000
22	4852	EEB DE MUQUEM	0,228486111111111	8,538350000000000
23	4853	EEB JACO ANDERLE	0,132208333333333	5,133200000000000
24	4853	EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES	0,129361111111111	5,115990000000000
25	4853	EEB DE MUQUEM	0,228188888888889	8,533910000000000
26	4855	EEB JACO ANDERLE	0,128680555555556	5,080230000000000
27	4855	EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES	0,125833333333333	5,063020000000000
28	4855	EEB DE MUQUEM	0,224658333333333	8,480940000000000
29	4856	EEB JACO ANDERLE	0,121294444444444	4,969470000000000

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Cada ID (ponto de aluno) recebe três valores de tempo (h) e distância (km), um para cada UE da área de estudo. Para facilitar a posterior integração dos dados com o QGIS, e para manter a base de dados organizada, a ordem do processamento dos pontos deu-se por UE. Por exemplo, foram processados os pontos correspondentes da EEB de Muquem, porém de forma segmentada. Cada segmentação resulta em uma tabela como a da Figura 35.

Ao final, as planilhas são estruturas em uma tabela única, onde é feita uma filtragem pelo nome da UE. Os valores calculados da distância (km) que correspondem à EEB de Muquem, para este exemplo, seria de distância primária (Dist_1); para a EEB Intendente José Fernandes seria a distância secundária (Dist_2); e, para a EEB Jacó Anderle como distância terciária (Dist_3). Essa configuração permite a análise comparativa de deslocamento entre as UEs da área de estudo, oferecendo uma visão geral frente às possibilidades de transporte escolar, sendo este subdividido em A, B ou C (Figura 36).

Figura 36 - Esquema hierárquico entre UEs conforme faixas de deslocamento



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

No QGIS, a vinculação entre as tabelas geradas e as camadas geográficas possibilita a geração de representações analíticas que evidenciam as áreas de abrangência das escolas, as zonas de transição e sobreposição entre seus territórios de influência, bem como a distribuição espacial dos alunos. As análises resultantes dessa integração serão aprofundadas no capítulo 6.2, no qual são apresentados os estudos de caso para cada UE com os respectivos alunos e suas implicações para a gestão pública da educação.

6.2.2.3. Geração de Isócronas de Deslocamento

Além da utilização dos pontos gerados para simular a distribuição espacial dos alunos na área de estudo, a geração das isócronas permite identificar a abrangência aproximada dos deslocamentos de forma complementar. Em um primeiro momento, as isócronas atuam como instrumento de validação metodológica, permitindo verificar a coerência espacial entre as faixas de distância estabelecidas (A, B e C) e as áreas poligonais resultantes da ferramenta. Em um segundo momento, essas camadas assumem um papel estratégico para a gestão pública da educação, ao oferecer subsídios para o planejamento do transporte escolar e para a tomada de decisão quanto à matrícula de estudantes em unidades educacionais mais próximas de suas residências.

As isócronas de deslocamento consistem em representações poligonais que delimitam áreas acessíveis a partir de um ponto de origem (ou destino) em um determinado intervalo de tempo ou distância, permitindo visualizar a abrangência espacial de deslocamentos em diferentes condições de mobilidade. No contexto

desta pesquisa, a geração das isócronas foi realizada por meio da ferramenta Isócronas por camada de pontos (*Isochrones from point-layer*), disponibilizada pelo plugin ORS Tools no QGIS. Essa funcionalidade, assim como a Matrix, utiliza a infraestrutura do serviço openrouteservice.org, que, com base em dados do OpenStreetMap, permite o cálculo de áreas de acessibilidade a partir de parâmetros definidos pelo usuário.

A ferramenta possibilita configurar se a camada de entrada corresponde ao ponto de partida (*start point layer*) ou ao destino (*end point layer*), além de permitir a personalização dos intervalos de análise, que podem ser definidos por tempo (minutos) ou por distância (quilômetros), conforme ilustra a Figura 37. A padronização dos intervalos é essencial para garantir comparabilidade entre os resultados, possibilitando análises espaciais consistentes sobre as condições de deslocamento e o alcance territorial das UEs estudadas. Para a análise da pesquisa, foram estabelecidos intervalos de três, seis, doze, e vinte e quatro mil metros de distância para cada UE da área de estudo, considerando a caminhada a pé como meio de deslocamento (*Travel mode*).

Figura 37 - Parâmetros de configuração da ferramenta Isochrones from Point-Layer da ORS Tools

Provider
openrouteservice

Travel mode
foot-walking

Input Point layer
UE estadual - Área de Estudo [EPSG:31982]

☒ Apenas feições selecionadas

Input layer ID Field (mutually exclusive with Point option) [opcional]
abc NO_ENTIDAD

Dimension
distance

Comma-separated ranges [min or m]
3000,6000,12000,24000

Location Type
destination

► Parâmetros avançados

Isochrones_Layer_2025-11-13_16:54:44
[Criar camada temporaria]

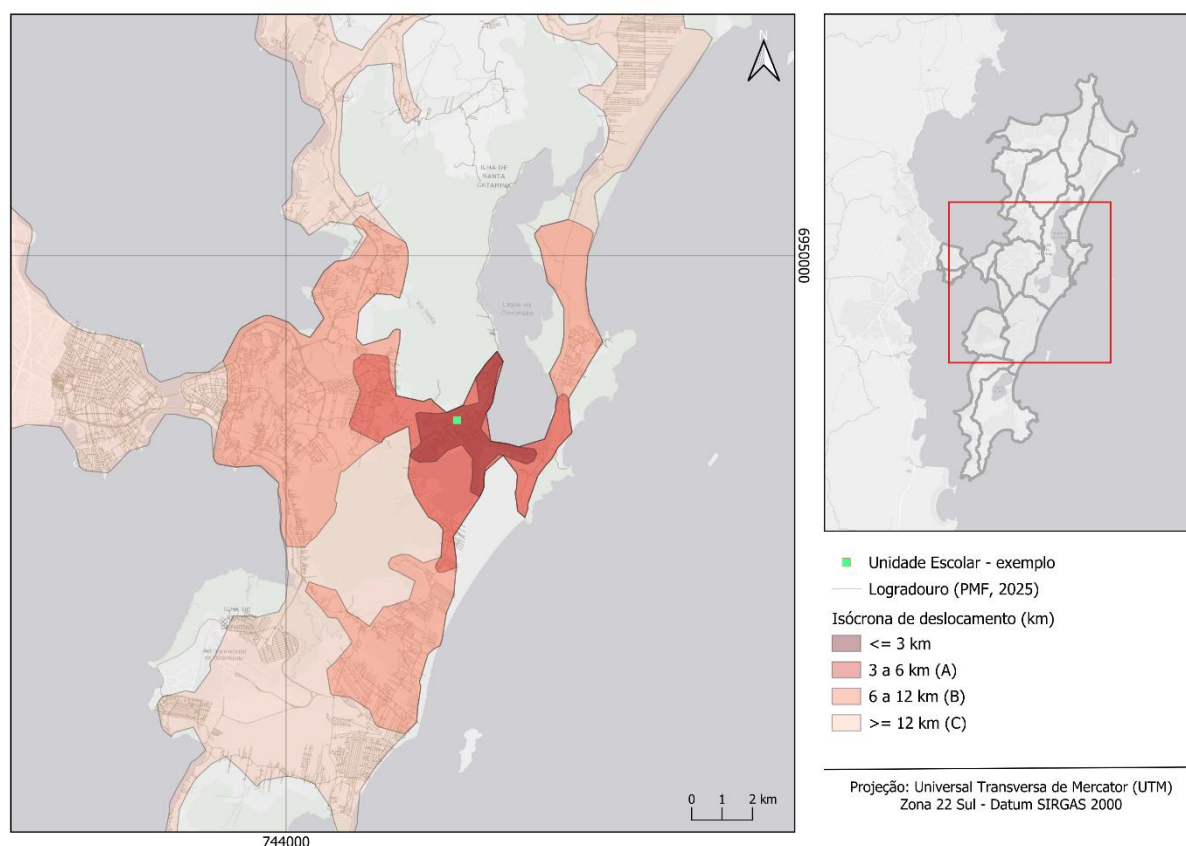
☒ Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

O processamento da ferramenta resulta em uma camada vetorial de natureza poligonal, representando as áreas alcançáveis a partir das unidades

educacionais dentro dos intervalos previamente definidos (Figura 38). Cada polígono corresponde a uma faixa de tempo ou distância de deslocamento, configurando zonas de acessibilidade graduais em torno das escolas. Para fins de representação cartográfica, a simbologia da camada foi categorizada de acordo com os intervalos estabelecidos, utilizando uma gradação de cores que facilita a interpretação visual das diferentes faixas de alcance.

Figura 38 - Exemplo de isócrona resultante da ferramenta Isochrones from Point-Layer da ORS Tools



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Portanto, áreas mais próximas às unidades educacionais foram representadas por tons mais intensos, enquanto as áreas mais distantes receberam tonalidades mais claras, evidenciando o gradiente espacial de acessibilidade. Essa representação possibilita uma leitura imediata sobre a extensão das zonas atendidas por cada unidade escolar e sobre a sobreposição de áreas de influência entre elas, oferecendo subsídios visuais relevantes para a análise espacial e o planejamento educacional.

Assim como a análise resultante da camada de pontos simulados, a camada gerada de isócronas para as UEs da área de estudo também será discutida no capítulo 6.2 com maior profundidade.

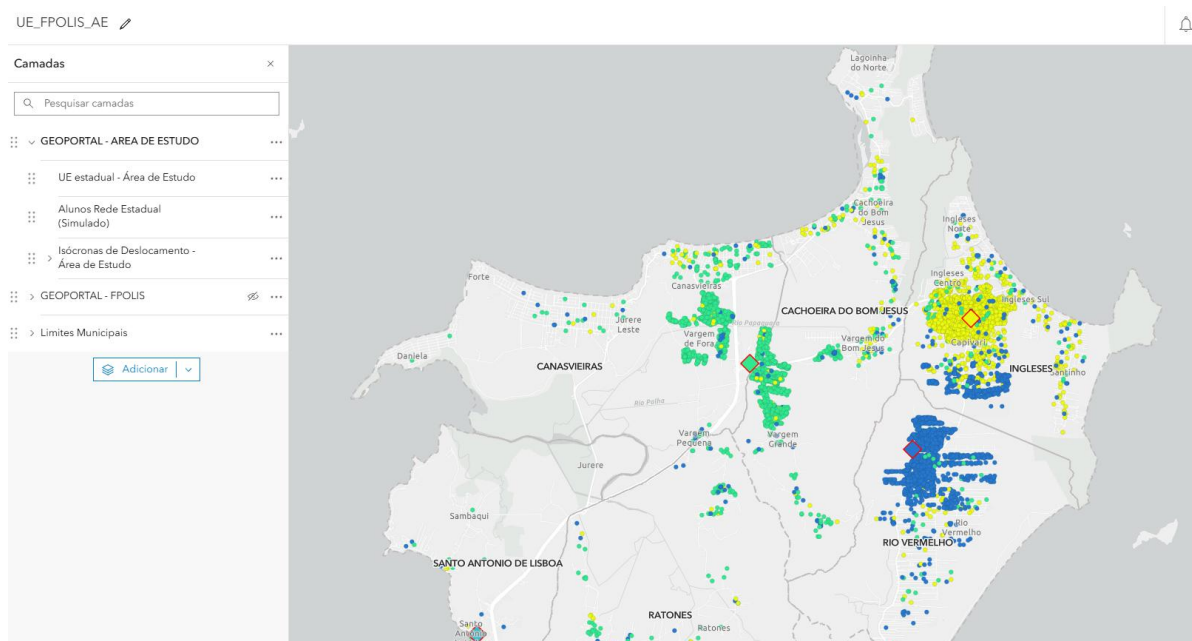
6.2.3. Integração dos Dados Simulados ao ArcGIS Online e Experience Builder

Conforme apresentado no Capítulo 5.2.1.3, o ArcGIS Online é uma plataforma da empresa ESRI voltada ao mapeamento e à realização de análises geoespaciais em ambiente de nuvem, cuja infraestrutura permite o compartilhamento, a coleta e o gerenciamento de dados de forma colaborativa.

O procedimento para integrar os dados simulados dos alunos ao ArcGIS Online segue lógica semelhante à descrita anteriormente. Como o software de origem foi o QGIS, a adição dos arquivos compactados em formato *shapefile* foi realizada manualmente na plataforma, possibilitando a criação de um novo *webmap* específico para a área de estudo, contemplando as UEs, os alunos simulados e as isócronas de deslocamento.

Se os arquivos fossem originários de um projeto no ArcGIS Pro, como foi feito anteriormente, todos os arquivos mantem a simbologia e configurações pré-definidas no projeto original. Neste caso, como apenas o arquivo bruto foi compartilhado, as definições de simbologia se perderam. Então, já no ArcGIS Online, as camadas foram ajustadas para as mesmas simbologias, rótulos e configurações estabelecidas pelo QGIS (Figura 39).

Figura 39 - Projeto das Unidades Escolares da área de estudo no ArcGIS Online

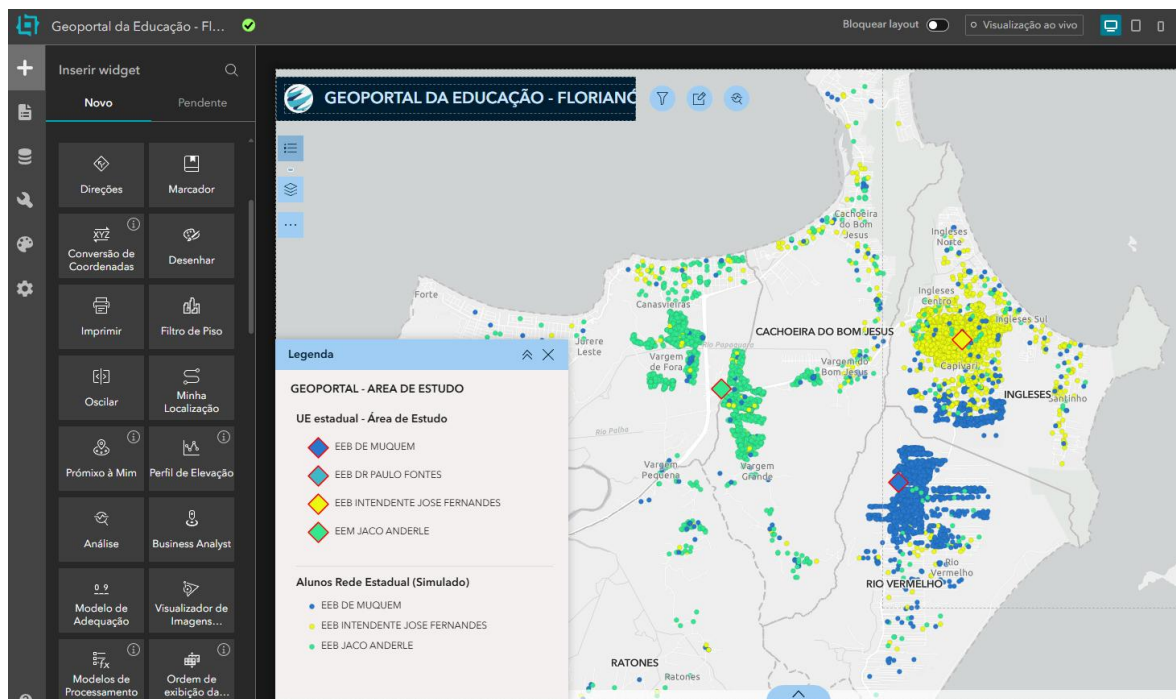


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Uma vez estabelecidas as definições de todas as camadas no *webmap* do ArcGIS Online, procedeu-se à criação de uma aplicação no Experience Builder, desta vez voltada especificamente à gestão educacional e com acesso restrito (Figura 40). Conforme apresentado no Capítulo 5.2.1.4, o Experience Builder permite a construção intuitiva de aplicativos para visualização de *webmaps* personalizados, oferecendo fácil acesso e elementos interativos.

Como discutido anteriormente, os widgets são ferramentas que conferem interatividade à plataforma, sendo configurados para responder às ações dos usuários. Além da utilização dos widgets básicos e de layout, como legenda, blocos de texto, catálogo e *basemaps*, foram incorporados widgets voltados à filtragem (*Filter*), edição de camadas (*Edit*) e análises espaciais (*Analysis*).

Figura 40 - Projeto das Unidades Escolares da área de estudo no Experience Builder

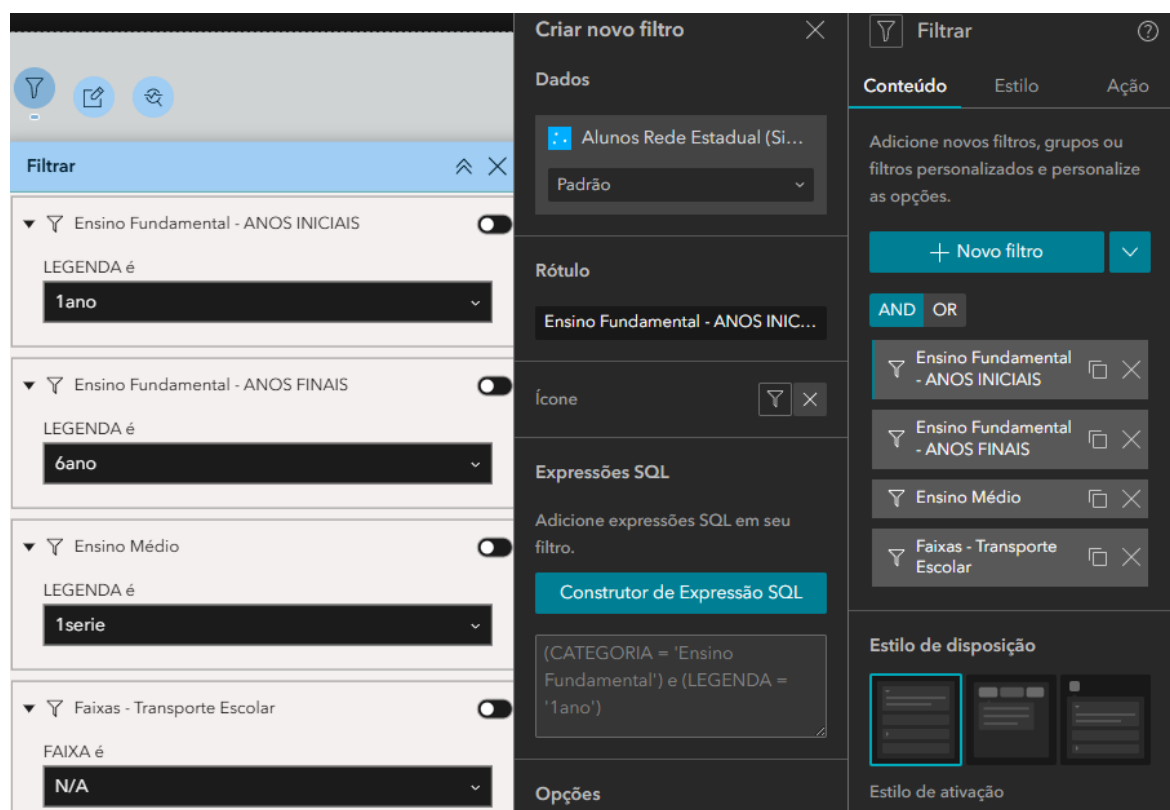


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

O widget Filter permite limitar a visualização de uma ou mais camadas com base em critérios definidos, facilitando a exploração direcionada das informações. O widget Edit possibilita que o usuário realize ajustes em uma camada, como inserir, remover ou atualizar atributos de uma feição. Já o widget Analysis viabiliza a inclusão de ferramentas de análise espacial, funções raster e operações de geoprocessamento diretamente no mapa, ampliando o potencial analítico da aplicação.

As configurações de filtro foram definidas para relacionar os dados de categoria e tipologia de ensino da camada de pontos simulados de alunos, estruturado em ensino fundamental (anos iniciais e finais) e ensino médio, como ilustrado na figura 41. Além destes, também foi configurado uma opção de filtro para as categorias de faixa de transporte escolar para os alunos simulados, podendo ser N/A, A, B ou C.

Figura 41 - Definições do Widget de filtro no Experience Builder

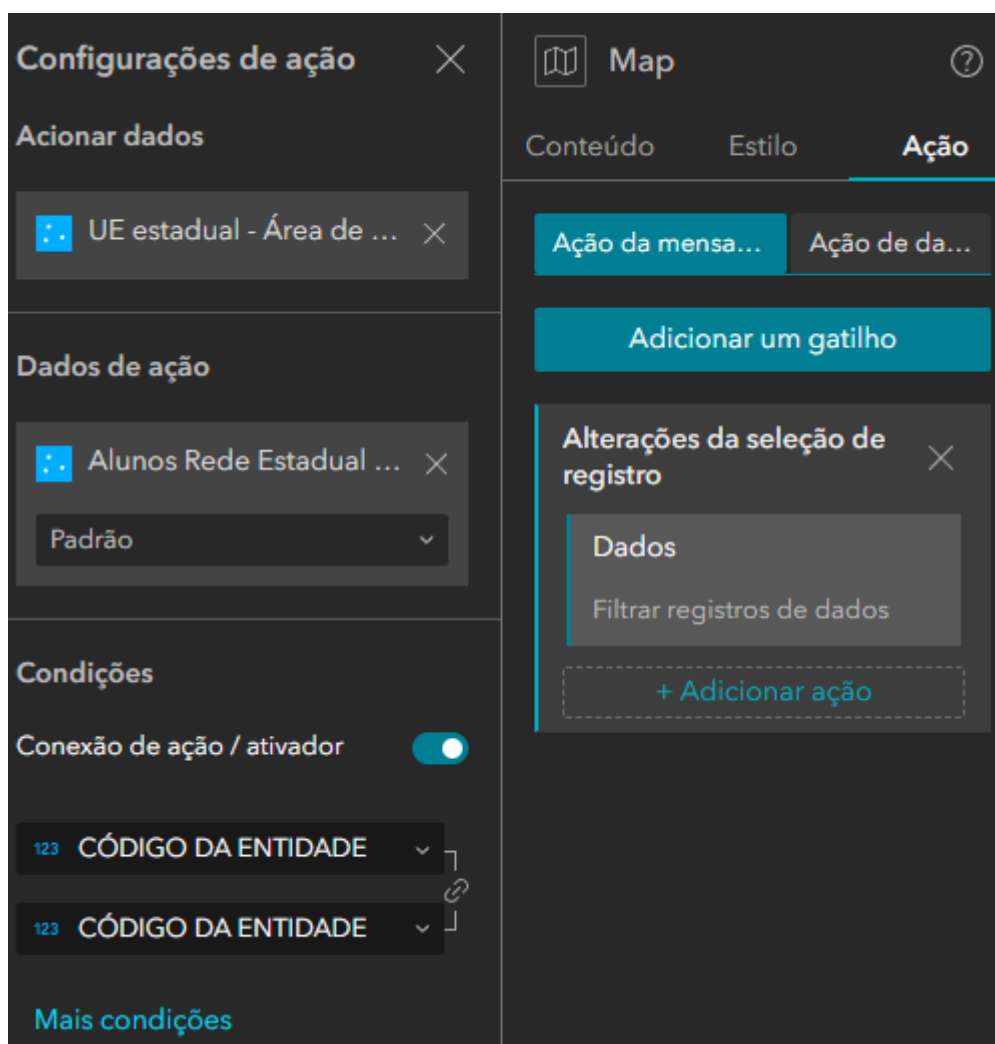


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Além dos widgets, foi incorporado na plataforma um elemento que exibe em formato de lista os elementos selecionados no mapa, apresentando os nomes das unidades escolares e dos alunos da área de estudo. De modo interativo, quando um elemento é selecionado no mapa, a lista é atualizada para mostrar apenas os registros correspondentes, relacionando também seus valores. Essa funcionalidade é viabilizada porque a plataforma do Experience Builder permite a configuração de gatilhos (*triggers*), os quais respondem às ações dos usuários. Os gatilhos podem ser atribuídos a eventos como seleção ou filtragem de feições e alterações de zoom.

Para a aplicação, definiu-se um gatilho de filtragem sobre o mapa: ao selecionar feições da camada das UEs, o sistema exibe apenas os pontos simulados dos alunos vinculados àquela instituição. Para que isso funcione, ambas as camadas precisam compartilhar um campo em comum como conector — no caso, o código da entidade (Figura 42).

Figura 42 - Parâmetros de configuração dos gatilhos no Experience Builder



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

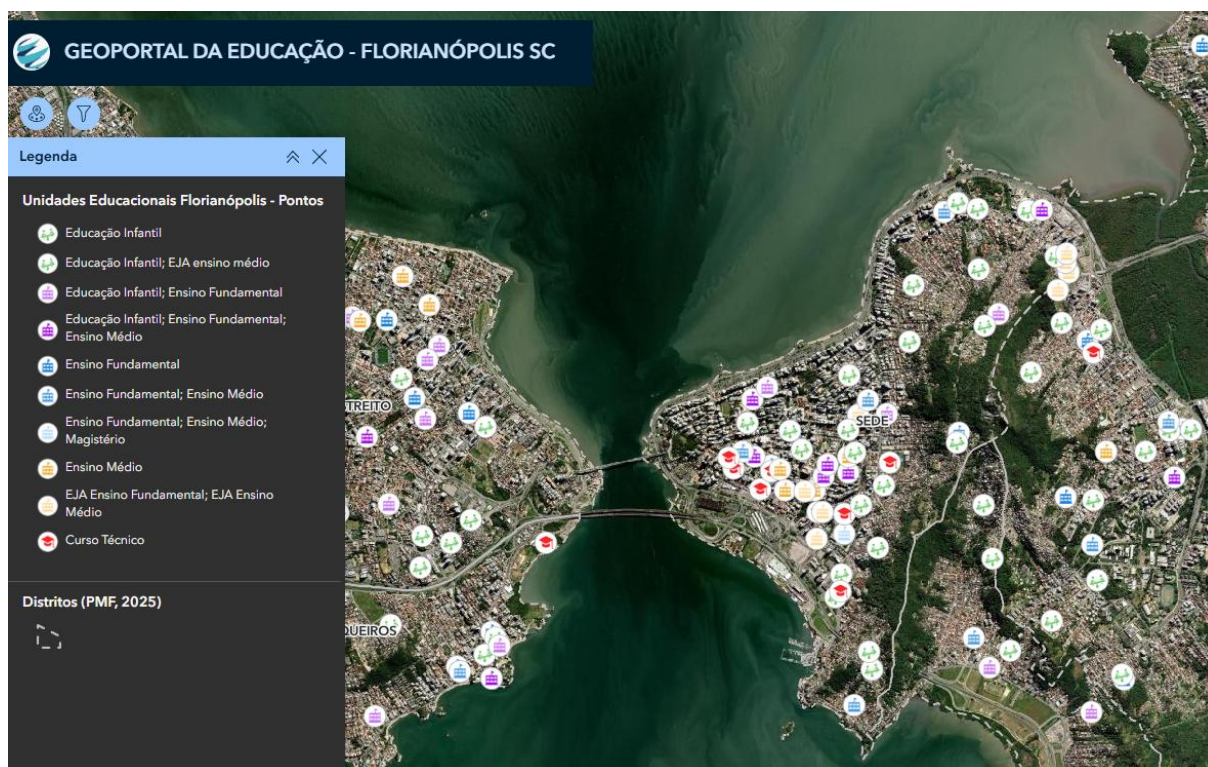
O widget de lista também utiliza gatilhos de filtragem, como mostrado na Figura 42. Além disso, ao selecionar um aluno na lista, foi configurada uma ação para que o mapa realize automaticamente um zoom até o ponto correspondente. Diferente da filtragem entre UEs e alunos, essa operação não exige um campo conector, pois trata-se apenas de uma interação direta entre o item selecionado e sua feição no mapa.

7. RESULTADOS E ANÁLISES

7.1. GEOPORTAL DA EDUCAÇÃO DE FLORIANÓPOLIS - WEBMAP PÚBLICO

A estrutura do Geoportal da Educação de Florianópolis apresenta as feições correspondentes às unidades educacionais do município, englobando desde escolas públicas e privadas. Todo o processo de criação e estilização da plataforma foi possível através do ArcGIS Experience Builder, sendo este vinculado ao ArcGIS Online e ArcGIS Pro. Na forma como se encontra, o usuário pode explorar de forma interativa a localização e obter informações quanto ao ensino e tipologia das escolas (Figura 43).

Figura 43 - Geoportal da Educação de Florianópolis no ArcGIS Experience Builder

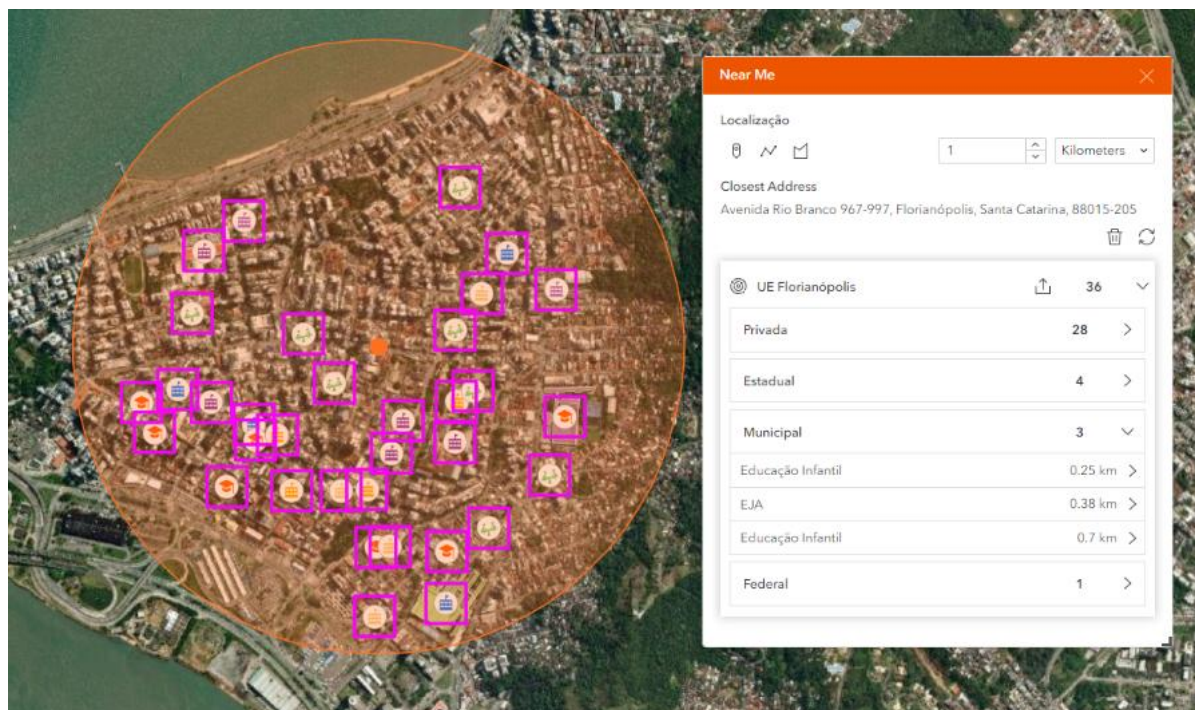


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A plataforma do ArcGIS Experience Builder permite a realização de simulações correspondentes à publicação do portal, demonstrando como as feições e aplicativos se relacionam. Durante o desenvolvimento e no processo de testagem, foi possível explorar o funcionamento e configurações dos aplicativos, em especial o *Near Me*. Nele, há como definir fatores de análise para as camadas do mapa, que no caso do projeto foi a camada de pontos das unidades educacionais.

Esse sistema de análise do aplicativo funciona como um filtro, configurado para listar as feições localizadas próximas ao ponto estabelecido pelo usuário, conforme ilustra a Figura 44. Ao exibir os resultados, o aplicativo contabiliza e organiza a lista pelo tipo administrativo das instituições, expandindo para as categorias de ensino, que então exibe o nome das escolas.

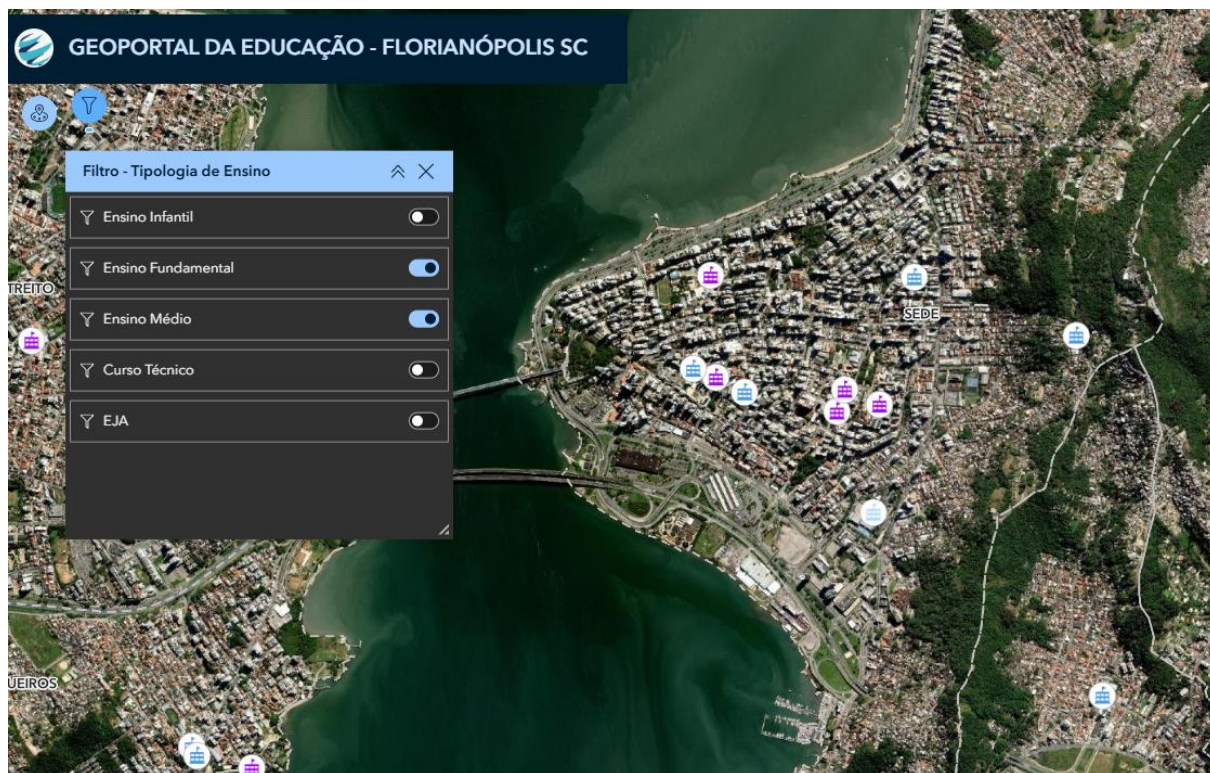
Figura 44 - Aplicativo Near Me do ArcGIS Experience Builder



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Além disso, o portal disponibiliza uma ferramenta de filtro que permite ao usuário selecionar a tipologia de ensino que deseja visualizar — como unidades que ofertam educação infantil, ensino fundamental, ensino médio, cursos técnicos ou EJA. A aplicação retorna apenas as feições correspondentes às categorias selecionadas, possibilitando também a escolha simultânea de mais de um tipo de ensino (Figura 45).

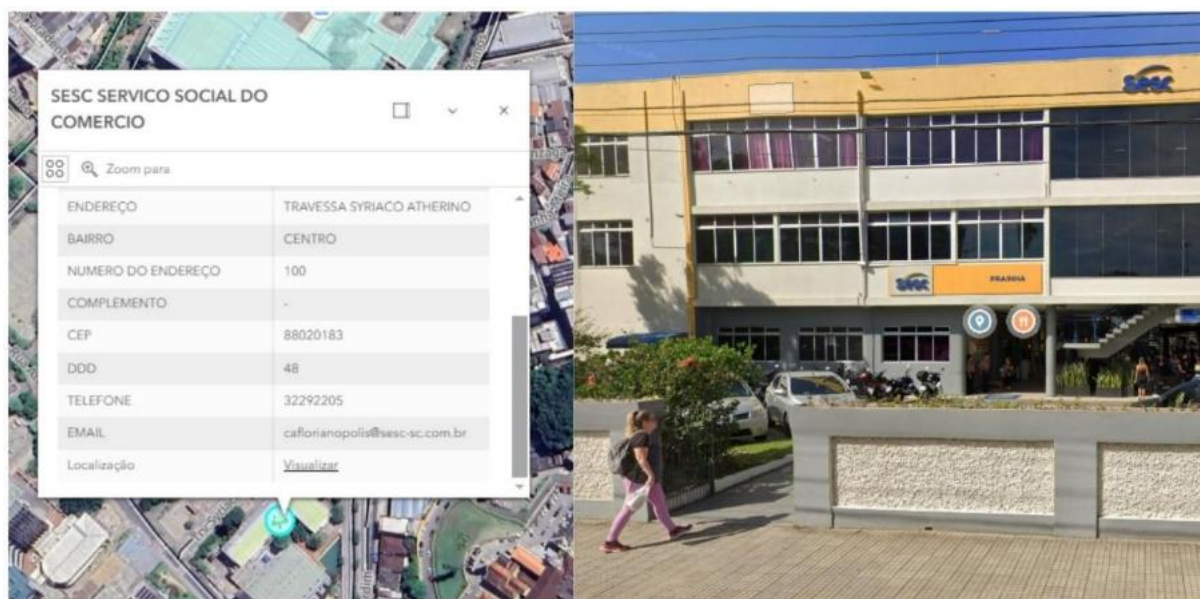
Figura 45 - Ferramenta de Filtro por tipologia de ensino no ArcGIS Experience Builder



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Outra funcionalidade disponível no portal é a da visualização das unidades via Google Maps, plataforma da empresa Google que permite localizar serviços, traçar rotas, encontrar endereços, entre outros. Ao selecionar uma escola, o usuário tem acesso a um pop-up que exibe diversas informações detalhadas sobre a instituição, incluindo um link que redireciona para a visualização da localização via Street View (Figura 46). O Street View é uma ferramenta que permite a navegação por imagens panorâmicas de 360 graus, proporcionando ao usuário uma visão realista e imersiva do ambiente ao redor da escola, facilitando a compreensão de sua localização e acessibilidade.

Figura 46 - Acesso integrado ao Street View



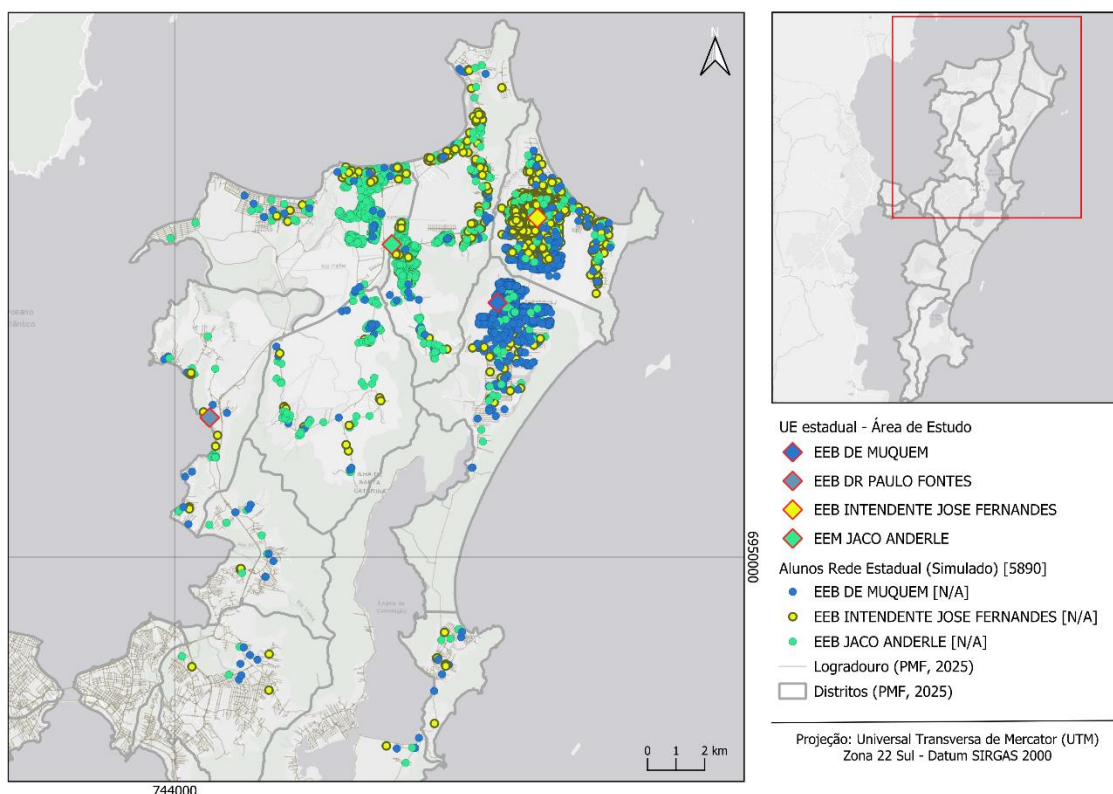
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

7.2. ESTUDO DE CASO - DISTRITOS DA REGIÃO NORTE DE FLORIANÓPOLIS – SC

Este capítulo tem por objetivo analisar e discutir sobre os resultados da geração simulada da localização espacial dos alunos na área de estudo através do QGIS, cuja estrutura metodológica foi discutida no capítulo 5.2.2, tendo como produto principal o mapa da distribuição de alunos por UEs da área de estudo, conforme ilustrado pela Figura 47.

Quanto à visualização espacial dessa relação entre alunos e unidades de ensino, esperava-se alcançar duas principais análises: a primeira, a constatação de uma predominância de agrupamentos de alunos na zona de entorno da UE à qual estão vinculados — padrão mais próximo ao observado na realidade; e a segunda, a identificação de faixas de transição ou zonas de intersecção de abrangência, decorrentes da proximidade territorial entre as UEs, as quais podem impactar diretamente a gestão integrada de matrículas e do transporte escolar.

Figura 47 - Mapa da distribuição de alunos (simulados) por UEs da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Pela Figura 47, é possível observar a confirmação da primeira análise esperada, evidenciada pela maior concentração de pontos de alunos no entorno imediato das unidades às quais estão vinculados. A segunda análise também se confirma, sobretudo na região limítrofe entre os distritos dos Ingleses e do Rio Vermelho, onde se identificam pontos de sobreposição entre alunos das escolas EEB Intendente José Fernandes e EEB de Muquem. Nesses trechos, há casos em que os alunos encontram-se em uma área comum a ambas as unidades, o que reforça a existência de uma zona de transição e sugere potenciais desafios de gestão no que se refere à alocação de matrículas e ao planejamento do transporte escolar.

Portanto, os resultados da análise espacial evidenciam que as unidades estaduais da área de estudo encontram-se localizadas próximas aos limites distritais, frequentemente em zonas de transição entre distritos administrativos. Essa configuração territorial influencia diretamente a área de abrangência potencial das escolas, ampliando ou sobrepondo o atendimento entre bairros e regiões adjacentes. Do ponto de vista do planejamento educacional, esse resultado indica

que a escolha da unidade de ensino mais adequada para o atendimento dos estudantes não deve considerar apenas os limites administrativos formais, mas também a proximidade espacial e a acessibilidade real.

Diante dessas evidências e considerando que as UEs situadas na área de estudo apresentam características territoriais e funcionais distintas, optou-se por estruturar este capítulo de forma a examinar cada caso individualmente. Nos tópicos subsequentes, serão discutidas as interações entre as UEs e os pontos simulados de alunos, aprofundando-se as análises nos casos em que há sobreposição de abrangência e nas implicações dessas dinâmicas para o planejamento educacional.

Também serão analisados os deslocamentos percorridos pelos alunos até suas respectivas unidades de ensino, obtidos por meio da ferramenta Matrix, cuja metodologia é explorada no capítulo 5.2.2.2. Por fim, serão apresentados e discutidos os resultados das isócronas de deslocamento, geradas a partir da ferramenta *Isochrones*, que permitem visualizar a extensão espacial da acessibilidade escolar com base nos intervalos previamente estabelecidos.

7.2.1. EEB Intendente José Fernandes

A EEB Intendente José Fernandes, localizada no distrito dos Ingleses do Rio Vermelho, representa a maior unidade estadual da região norte de Florianópolis em número de matrículas, totalizando 2.194 estudantes, conforme dados do Censo Escolar do INEP (2024). Situada em uma das áreas mais densamente povoadas e de maior expansão urbana do município, a escola exerce papel central na oferta de ensino fundamental (1º ano ao 9º ano) e médio (1ª série à 3ª série), atendendo tanto à população residente no entorno imediato quanto a alunos provenientes de distritos adjacentes. De acordo com o Censo Escolar de 2024 do INEP, a unidade apresenta 915 matrículas em anos iniciais, 719 em anos finais, 560 em ensino médio e 78 alunos especiais.

Sua localização próxima à SC-403, importante via de ligação entre os bairros da região norte e o centro da cidade, influencia diretamente os padrões de deslocamento estudantil, tornando-a um ponto de convergência no sistema educacional local. A Tabela 6 apresenta o quantitativo resultante da simulação referente aos alunos matriculados na EEB Intendente José Fernandes, pelo tipo de

ensino ofertado, e por faixa de transporte, relacionando em porcentagem os valores totais de alunos com aqueles que necessitam de transporte escolar - 282 alunos, ou 12,85% do total.

Tabela 6 -Dados de Matrículas e Transporte Escolar na EEB Intendente José Fernandes

UE: EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES				
ENSINO		FAIXA DE TRANSPORTE		% do tota
EN. FUNDAMENTAL	1634	N/A	1912	87,15%
EN. MÉDIO	560	A	142	6,47%
TOTAL DE MATRÍCULAS	2194	B	94	4,28%
		C	46	2,10%
TOTAL DE ALUNOS TRANSPORTE ESCOLAR			282	12.85%

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os valores correspondentes às faixas de transporte escolar representam a distribuição dos estudantes da EEB Intendente José Fernandes segundo os critérios da Lei Complementar Estadual nº 754/2019: alunos não aptos ao transporte escolar (N/A), alunos que realizam deslocamento a pé entre 3 e 6 km (faixa A), entre 6 e 12 km (faixa B) e acima de 12 km (faixa C). Observa-se que mais de oitenta por cento dos alunos matriculados residem no entorno imediato da unidade, realizando deslocamentos inferiores a 3 km e, portanto, não se enquadrando nos critérios para recebimento de transporte escolar, conforme ilustra a Figura 48.

Os alunos classificados na faixa A correspondem a 6,47% do total de matrículas e distribuem-se principalmente pelos distritos dos Ingleses, Rio Vermelho e Cachoeira do Bom Jesus. Já os estudantes da faixa B, que somam 4,28%, além de se concentrarem nos distritos do Rio Vermelho e Cachoeira do Bom Jesus, também aparecem em Ratones e Canasvieiras. Por fim, o grupo pertencente à faixa C representa apenas 2% dos alunos e apresenta uma dispersão territorial mais ampla, abrangendo os distritos de Canasvieiras, Santo Antônio de Lisboa, Ratones, Saco Grande, Trindade, Lagoa da Conceição e Barra da Lagoa.

Figura 48 - Visualização espacial de alunos EEB Intendente José Fernandes por faixa de deslocamento percorrido (a) N/A (b) faixa A (c) faixa B (d) faixa C

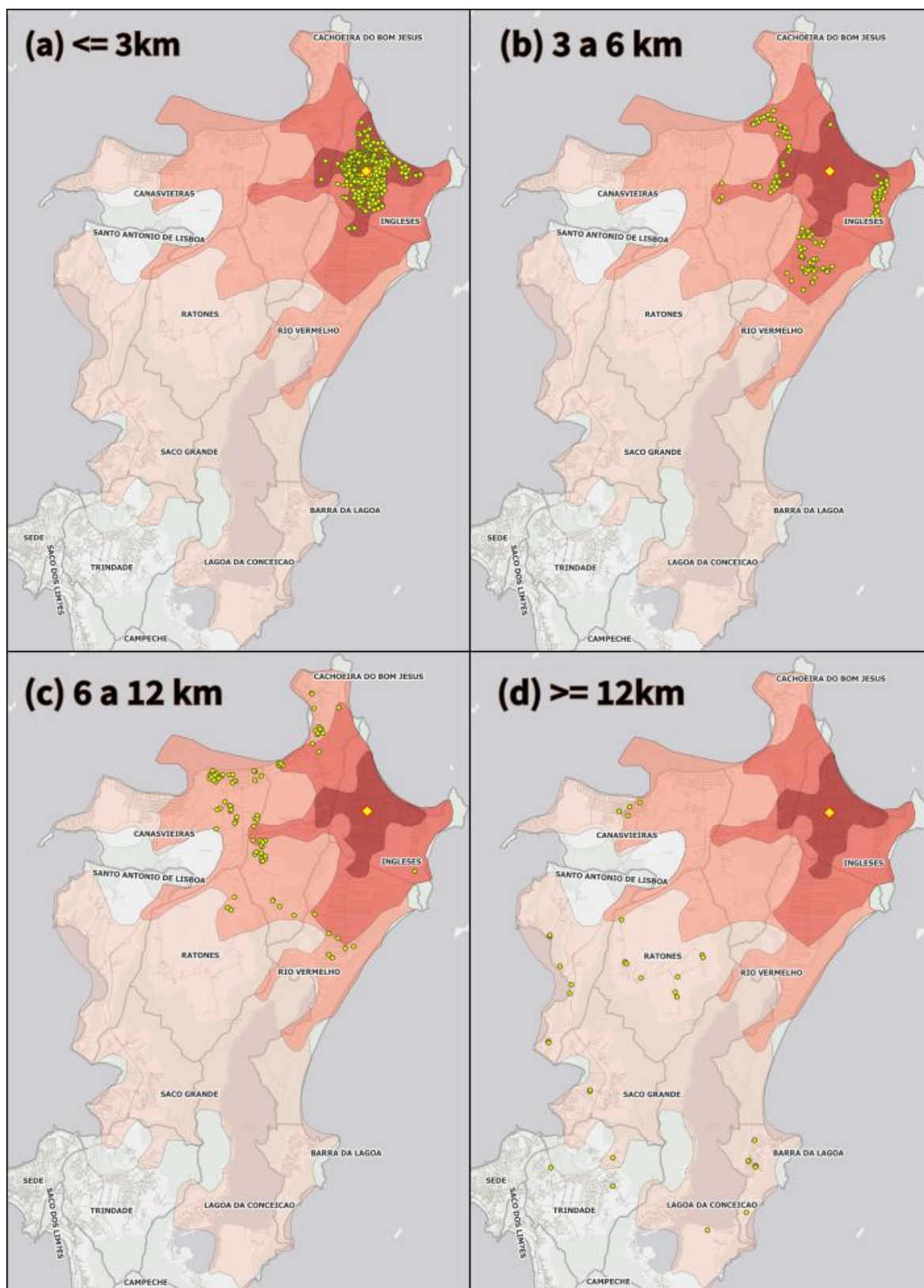


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Ao sobrepor a distribuição espacial dos alunos com a camada isócrona gerada para a EEB Intendente José Fernandes, identifica-se que a maior parte dos pontos pertencentes a cada faixa de deslocamento (N/A, A, B ou C) corresponde aos polígonos produzidos pela ferramenta Isócronas de Deslocamento, conforme ilustrado na Figura 48. De modo geral, a análise demonstra coerência entre os limites espaciais das faixas de deslocamento e a localização simulada dos estudantes, reforçando a consistência metodológica entre os dados de origem e o modelo gerado.

Essa correspondência espacial contribui para o entendimento da dinâmica territorial entre alunos e unidade educacional, permitindo visualizar com maior precisão as áreas de influência da escola. Além disso, a utilização conjunta dos pontos e das isócronas possibilita a realização de comparativos entre as zonas de atendimento e de transporte escolar, oferecendo subsídios técnicos relevantes para processos de planejamento e tomada de decisão, especialmente no que se refere à organização de rotas, elegibilidade e racionalização dos deslocamentos estudantis.

Figura 49 - Visualização espacial isócronas e alunos EEB Intendente José Fernandes por faixa de deslocamento percorrido (a) N/A (b) faixa A (c) faixa B (d) faixa C



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A análise final para este caso é referente aqueles alunos de faixa A, B ou C que estão matriculados na EEB Intendente José Fernandes, ou seja, que dependem do transporte escolar, porém geograficamente residem mais próximos de outra UE, considerando que atendam ao seu perfil de ensino, e que levariam tempo e deslocamento mais curto, e ainda reduziria o gasto de transporte escolar ao Estado. Esta análise é possível ao considerar as distâncias secundárias e terciárias geradas no procedimento de cálculo de deslocamento da ferramenta Matrix entre as UEs da área de estudo, sendo a distância 2 à EEB de Muquem e 3 à EEM Jacó Anderle.

Conforme a tabela 7, 103 alunos da EEB Intendente José Fernandes poderiam ser realocados para uma unidade mais próxima de sua residência, sendo 50 para a EEB de Muquem e 49 para a EEM Jacó Anderle. Além disso, 4 alunos de ensino médio categorizados na faixa C beneficiaram-se de estudar na EEB Dr. Paulo Fontes, identificada como distância 4 na análise. Trata-se de um caso específico, uma vez que esta unidade oferece exclusivamente ensino médio no período noturno.

Esses resultados evidenciam que, embora a proximidade espacial seja um fator relevante para o encaminhamento escolar, a compatibilidade da oferta educacional com o perfil e as necessidades do estudante é determinante no processo de alocação.

Tabela 7 -Alunos da EEB Intendente José Fernandes por faixa de transporte – análise de ajuste

UE: EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES				
FAIXA DE TRANSPORTE	EEB DE MUQUEM (2)	EEM JACO ANDERLE (3)	EEB DR. PAULO FONTES (4)	Total alunos por faixa
A	48	9	-	57
B	2	40	-	42
C	-	-	4	4
TOTAL DE ALUNOS POR ESCOLA	50	49	4	103
TOTAL DE ALUNOS APTOS PARA REAJUSTE				

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Na prática, caso a realocação dos alunos fosse implementada, haveria um impacto direto sobre a demanda por transporte escolar associada à EEB Intendente José Fernandes. Conforme demonstrado na Tabela 8, o número total de estudantes dependentes de transporte passaria a 179 alunos, representando 8,16% do total de matrículas. Observa-se ainda que o quantitativo de alunos distribuídos nas faixas A, B e C reduziu-se aproximadamente à metade, indicando uma diminuição significativa dos deslocamentos superiores a 3 km. Esse ajuste evidencia que a redistribuição espacial dos estudantes, quando alinhada à proximidade territorial e à oferta educacional adequada, pode otimizar a gestão do transporte escolar, reduzindo custos operacionais e ampliando a eficiência do atendimento.

Tabela 8 - Alunos da EEB Intendente José Fernandes por faixa de transporte - análise pós ajuste

UE: EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES					UE: EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES - REAJUSTADO		
ENSINO		FAIXA DE TRANSPORTE		% do total	FAIXA DE TRANSPORTE		% do total
EN. FUNDAMENTAL	1120	N/A	1912	87,15%	N/A	1912	87,15%
EN. MÉDIO	1074	A	142	6,47%	A	85	3,87%
TOTAL DE MATRÍCULAS	2194	B	94	4,28%	B	52	2,37%
		C	46	2,10%	C	42	1,91%
TOTAL DE ALUNOS TRANSPORTE ESCOLAR			282	12,85%	TOTAL DE ALUNOS TRANSPORTE ESCOLAR	179	8,16%

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

7.2.2. EEB de Muquem

A EEB de Muquem está localizada no distrito Rio Vermelho e apresenta o segundo maior número de alunos da rede estadual de ensino da região norte de Florianópolis, com 1907 matrículas cadastradas, distribuídas entre 590 alunos dos anos iniciais, 471 dos anos finais, 846 do ensino médio e 63 da educação especial (INEP, 2024). Assim como a EEB Intendente José Fernandes, também oferece ensino fundamental (1º ano ao 9º ano) e médio (1ª série à 3ª série).

Esta unidade apresenta uma configuração territorial particular dentro da área de estudo, destacando-se por sua localização próxima da SC-406, importante eixo

viário que organiza fluxos locais e regionais. Essa característica influencia diretamente a distribuição espacial dos alunos vinculados à escola, bem como os padrões de deslocamento observados. Ao mesmo tempo, sua posição estratégica na transição entre os distritos do Rio Vermelho e Ingleses contribui para a existência de zonas de influência compartilhadas, o que torna sua análise relevante para compreender as dinâmicas de abrangência e possíveis ajustes no atendimento educacional.

A Tabela 9 sintetiza os resultados da simulação realizada para os alunos matriculados na EEB de Muquem, discriminando-os conforme o tipo de ensino ofertado e as respectivas faixas de transporte. A tabela também relaciona, em termos percentuais, o total de matrículas com o número de estudantes que dependem de transporte escolar — 403 alunos, o que corresponde a 21,13% do conjunto analisado.

Tabela 9 - Dados de Matrículas e Transporte Escolar na EEB de Muquem

UE: EEB DE MUQUEM				
ENSINO		FAIXA DE TRANSPORTE		% do total
EN. FUNDAMENTAL	1061	N/A	1504	78,87%
EN. MÉDIO	846	A	235	12,32%
TOTAL DE MATRÍCULAS	1907	B	94	4,93%
		C	74	3,88%
TOTAL DE ALUNOS TRANSPORTE ESCOLAR:			403	21.13%

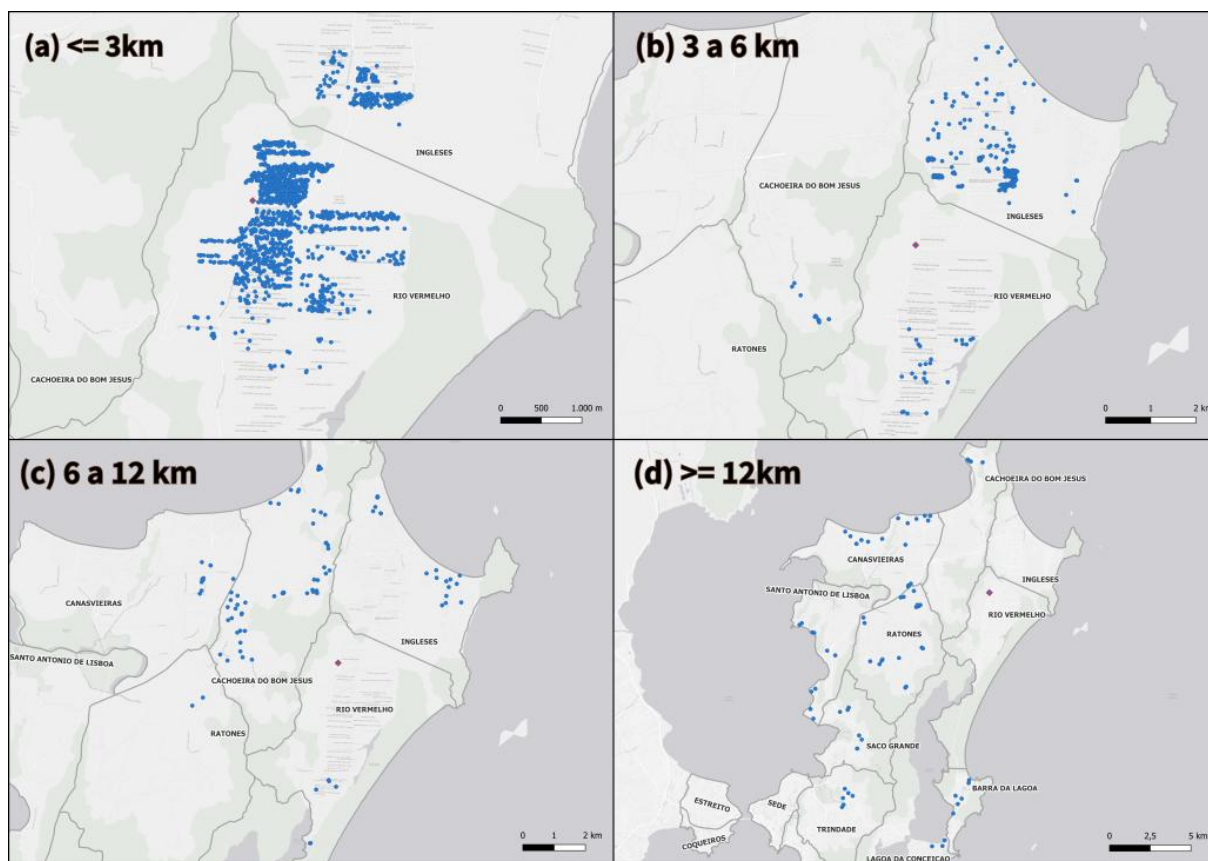
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A distribuição dos alunos da EEB de Muquem por faixa de transporte escolar revela que cerca de 79% dos matriculados residem no entorno imediato da unidade, realizando deslocamentos inferiores a 3 km. Dessa forma, apenas uma parcela reduzida enquadra-se nas faixas previstas para concessão de transporte escolar, conforme ilustrado na Figura 50.

Os estudantes enquadrados na faixa A representam 12,32% das matrículas e concentram-se, em sua maioria, nos distritos dos Ingleses, Rio Vermelho e Cachoeira do Bom Jesus. A faixa B, correspondente a 4,93% do total, mantém presença nesses mesmos distritos, estendendo-se ainda para as áreas de Ratones e Canasvieiras. Já os alunos classificados na faixa C — cerca de 4% do conjunto de matriculados — exibem uma distribuição espacial mais difusa, alcançando

distritos como Canasvieiras, Santo Antônio de Lisboa, Ratones, Saco Grande, Trindade, Lagoa da Conceição e Barra da Lagoa.

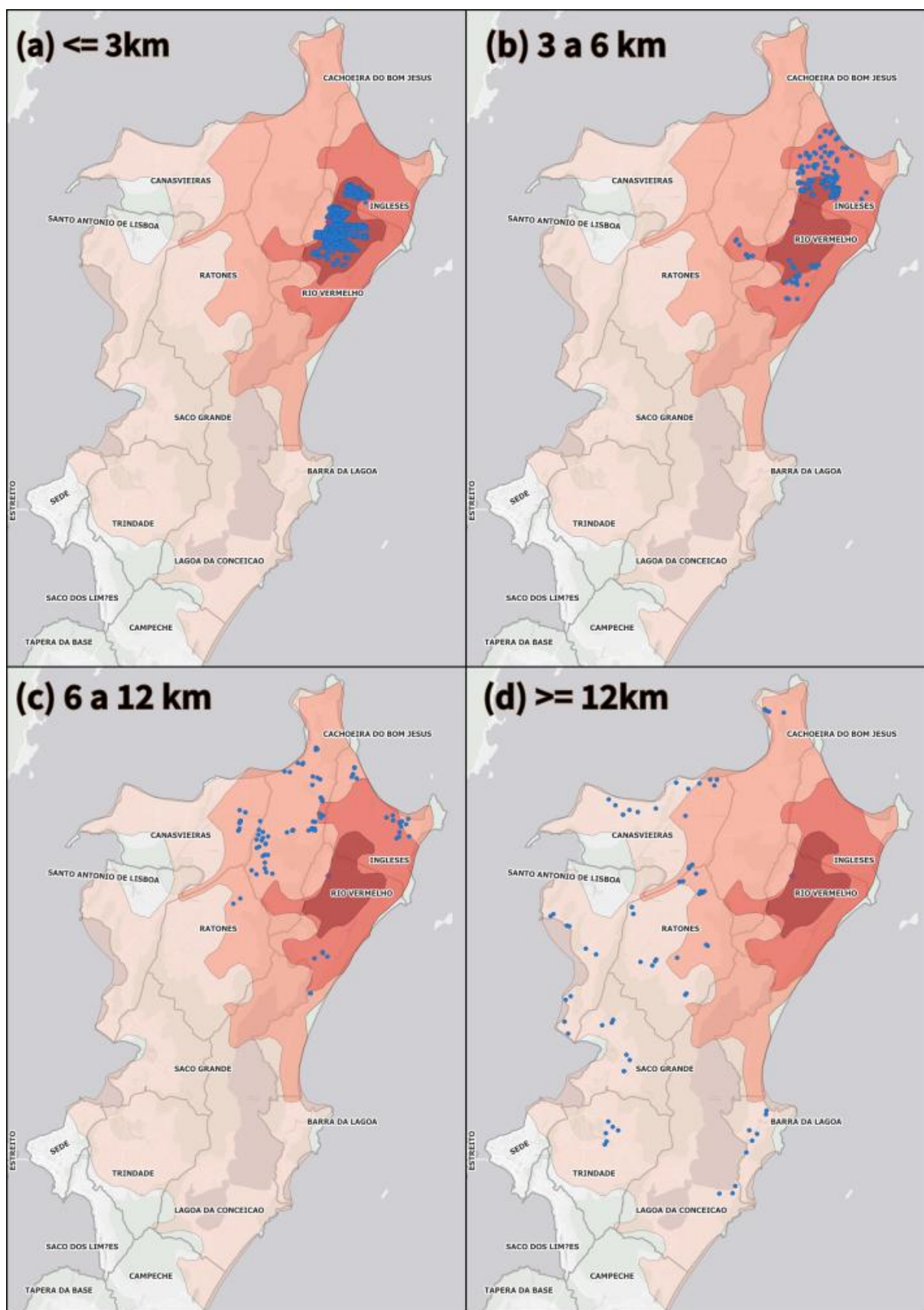
Figura 50 - Visualização espacial de alunos EEB de Muquem por faixa de deslocamento percorrido (a) N/A (b) faixa A (c) faixa B (d) faixa C



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A análise comparativa entre a localização dos alunos e as zonas isócronas definidas para a EEB de Muquem revela que praticamente todos os pontos de interesse de cada classe de tempo de viagem (N/A, A, B ou C) estão devidamente inseridos nos polígonos gerados pela ferramenta de Isócronas de Deslocamento (Figura 51). A correspondência entre essas duas camadas permite delinear com maior precisão as zonas efetivas de deslocamento até a unidade, aproximando-se dos valores calculados pela análise de distância e fortalecendo a interpretação espacial sobre a relação entre o território e a demanda estudantil.

Figura 51 - Visualização espacial isócronas e alunos EEB de Muquem por faixa de deslocamento percorrido (a) N/A (b) faixa A (c) faixa B (d) faixa C



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Ao analisar aqueles alunos que são de faixa A, B ou C matriculados na EEB de Muquem, o foco é o potencial de otimização logística para este grupo dependente do transporte escolar. A investigação visa identificar estudantes que demonstrem maior proximidade geográfica a uma UE alternativa e compatível. A base para esta comparação é fornecida pelas distâncias secundárias e terciárias calculadas entre as UEs da área: a distância 2 (secundária) refere-se à EEB Intendente José Fernandes e a distância 3 (terciária) à EEM Jacó Anderle.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 10, um total de 242 alunos da EEB de Muquem possui o perfil para redirecionamento a uma instituição escolar de maior proximidade. Essa análise é evidenciada na EEB Intendente José Fernandes, que absorveria um contingente superior a duzentos estudantes, enquanto a EEM Jacó Anderle seria uma opção para 36 estudantes.

Em uma perspectiva de aplicação prática, a efetivação dessa reestruturação requer uma coordenação entre as equipes gestoras das UEs e a SED/SC. Entende-se que há pré-requisitos de disponibilidade de vagas e capacidade de infraestrutura que devam ser atendidos. O resultado aqui apresentado serve, primordialmente, como um indicador geoespacial e uma ferramenta visual que subsidia a análise e o processo decisório dos gestores.

Tabela 10 - Alunos da EEB de Muquem por faixa de transporte - análise de ajuste

UE: EEB DE MUQUEM			
FAIXA DE TRANSPORTE	EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES (2)	EEM JACO ANDERLE (3)	Total alunos por faixa
A	195	-	195
B	11	36	47
C	-	-	-
TOTAL DE ALUNOS POR ESCOLA	206	36	242
TOTAL DE ALUNOS APTOS PARA REAJUSTE			

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Considerando o cenário de realocação dos alunos, é necessário redimensionar a demanda por transporte escolar associada à EEB de Muquem. Segundo a Tabela 11, o número total de estudantes dependentes de transporte passaria a 161 alunos, representando 8,44% do total de matrículas. Destaca-se a queda acentuada de alunos da faixa A, representando uma redução de

aproximadamente 80% do valor original. Além disso, os alunos da faixa B decaíram para metade, configurando 2,46% do total de matriculados. Já o quantitativo dos alunos da faixa C manteve-se o valor original, ao considerar que aqueles mais próximos da EEB Dr Paulo Fontes são de ensino fundamental. Portanto, não há UEs da área de estudo que possam atender aos alunos da faixa C da EEB de Muquem.

Tabela 11 - Alunos da EEB de Muquem por faixa de transporte - análise pós ajuste

UE: EEB DE MUQUEM					UE: EEB DE MUQUEM - REAJUSTADO		
ENSINO		FAIXA DE TRANSPORTE		% do total	FAIXA DE TRANSPORTE		% do total
EN. FUNDAMENTAL	981	N/A	1504	78,87%	N/A	1504	78,87%
EN. MÉDIO	926	A	235	12,32%	A	40	2,10%
TOTAL DE MATRÍCULAS	1907	B	94	4,93%	B	47	2,46%
		C	74	3,88%	C	74	3,88%
TOTAL DE ALUNOS TRANSPORTE ESCOLAR:			403	21,13%	TOTAL DE ALUNOS TRANSPORTE ESCOLAR:	161	8,44%

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

7.2.3. EEM Jacó Anderle

A EEM Jacó Anderle, localizada entre os distritos de Canasvieiras e Cachoeira do Bom Jesus, apresenta 1789 matrículas, sendo 153 referentes a anos finais, 1636 ao ensino médio e 88 ao ensino especial. Além de ofertar o ensino médio completo (1ª a 3 série), a unidade também conta com o ensino fundamental do 6º ao 9º ano (INEP, 2024).

A unidade está em uma posição estratégica para acesso, por estar ao lado do Terminal de Integração de Canasvieiras (TICAN), principal polo de transporte público da região norte de Florianópolis, que concentra o fluxo de passageiros provenientes de diferentes áreas do município. Essa condição favorece o deslocamento dos estudantes por meio do transporte coletivo municipal, especialmente pela possibilidade de uso do cartão estudantil, que assegura desconto tarifário e amplia a acessibilidade à unidade.

Outra condição relevante nas proximidades da EEM Jacó Anderle é a presença das rodovias SC-401 e SC-403, importantes eixos de circulação da região norte de Florianópolis, mas que, ao mesmo tempo, configuram barreiras significativas para o deslocamento de pedestres. Por se tratarem de vias de alto fluxo e velocidade, o acesso a pé torna-se mais restrito e potencialmente inseguro, especialmente nos trechos onde há ausência ou insuficiência de passarelas e pontos de travessia adequados. Embora existam algumas estruturas, como viadutos e passarelas, sua distribuição é limitada, o que aumenta a necessidade de trajetos mais longos para alcançar acessos seguros. Essa configuração evidencia que, apesar da localização estratégica da unidade em relação à rede viária, o ambiente imediato apresenta desafios importantes para a mobilidade ativa dos estudantes.

A Tabela 12 apresenta os resultados da simulação referente aos estudantes matriculados na EEM Jacó Anderle, organizados segundo o tipo de ensino ofertado e as faixas de transporte escolar. A análise indica que 467 alunos, equivalente a 26,10% do total de matrículas, enquadram-se nos critérios para recebimento de transporte escolar, constituindo o maior contingente entre as unidades analisadas.

Tabela 12 - Dados de Matrículas e Transporte Escolar na EEB Jacó Anderle

UE: EEM JACO ANDERLE

ENSINO		FAIXA DE TRANSPORTE		% do total
EN. FUNDAMENTAL	153	N/A	1322	73,90%
EN. MÉDIO	1636	A	258	14,42%
TOTAL DE MATRÍCULAS		B	173	9,67%
1789		C	36	2,01%
TOTAL DE ALUNOS TRANSPORTE ESCOLAR			467	26,10%

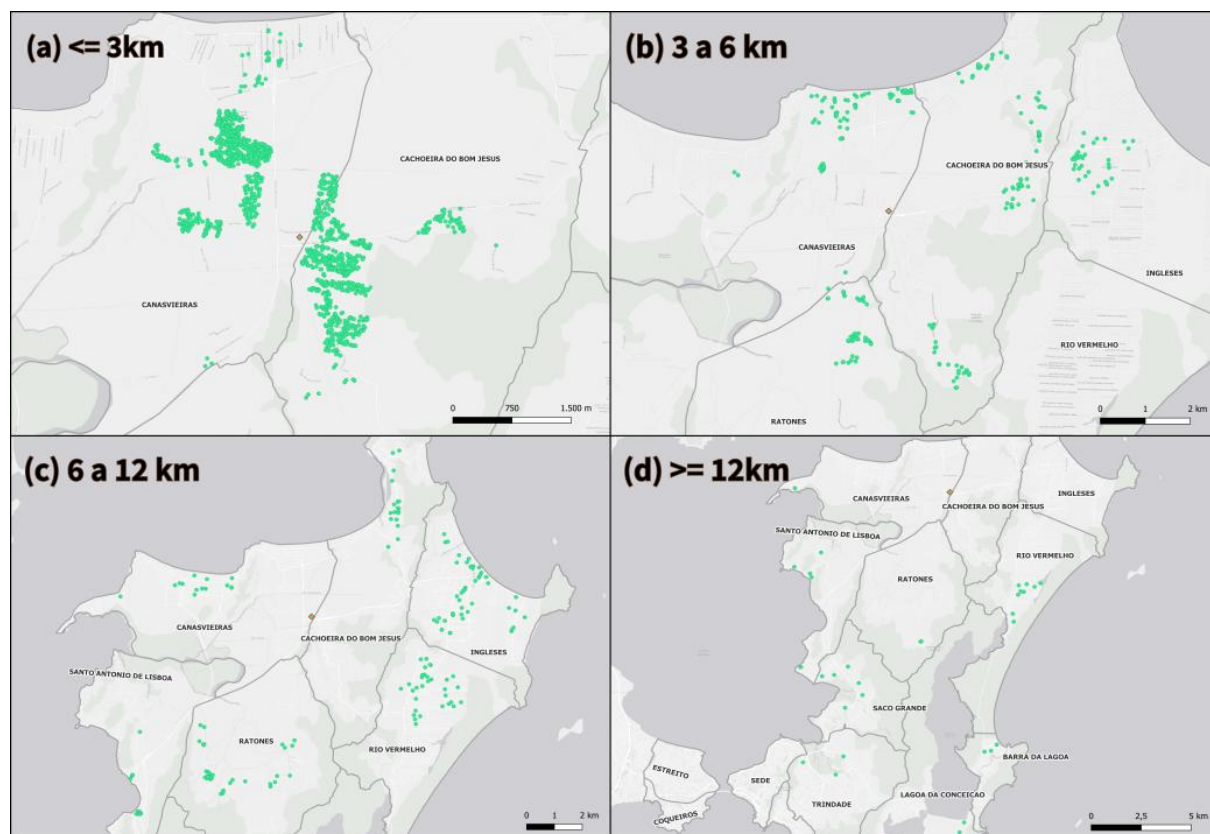
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A análise da distribuição dos estudantes da EEM Jacó Anderle por faixa de transporte escolar indica que aproximadamente 74% dos matriculados residem no entorno imediato da unidade, realizando deslocamentos inferiores a 3 km e, portanto, não se enquadrando nos critérios para concessão de transporte escolar, conforme ilustrado na Figura 52.

Os alunos da Faixa A (14,42%) concentram-se majoritariamente nos distritos de Ingleses, Canasvieiras, Ratones e Cachoeira do Bom Jesus. A Faixa B (9,67%)

segue esse padrão, mas expande sua presença para Rio Vermelho e Santo Antônio de Lisboa. Já a Faixa C (2%) apresenta a distribuição mais dispersa, abrangendo distritos como Canasvieiras, Santo Antônio de Lisboa, Ratones, Saco Grande, Trindade, Lagoa da Conceição e Barra da Lagoa.

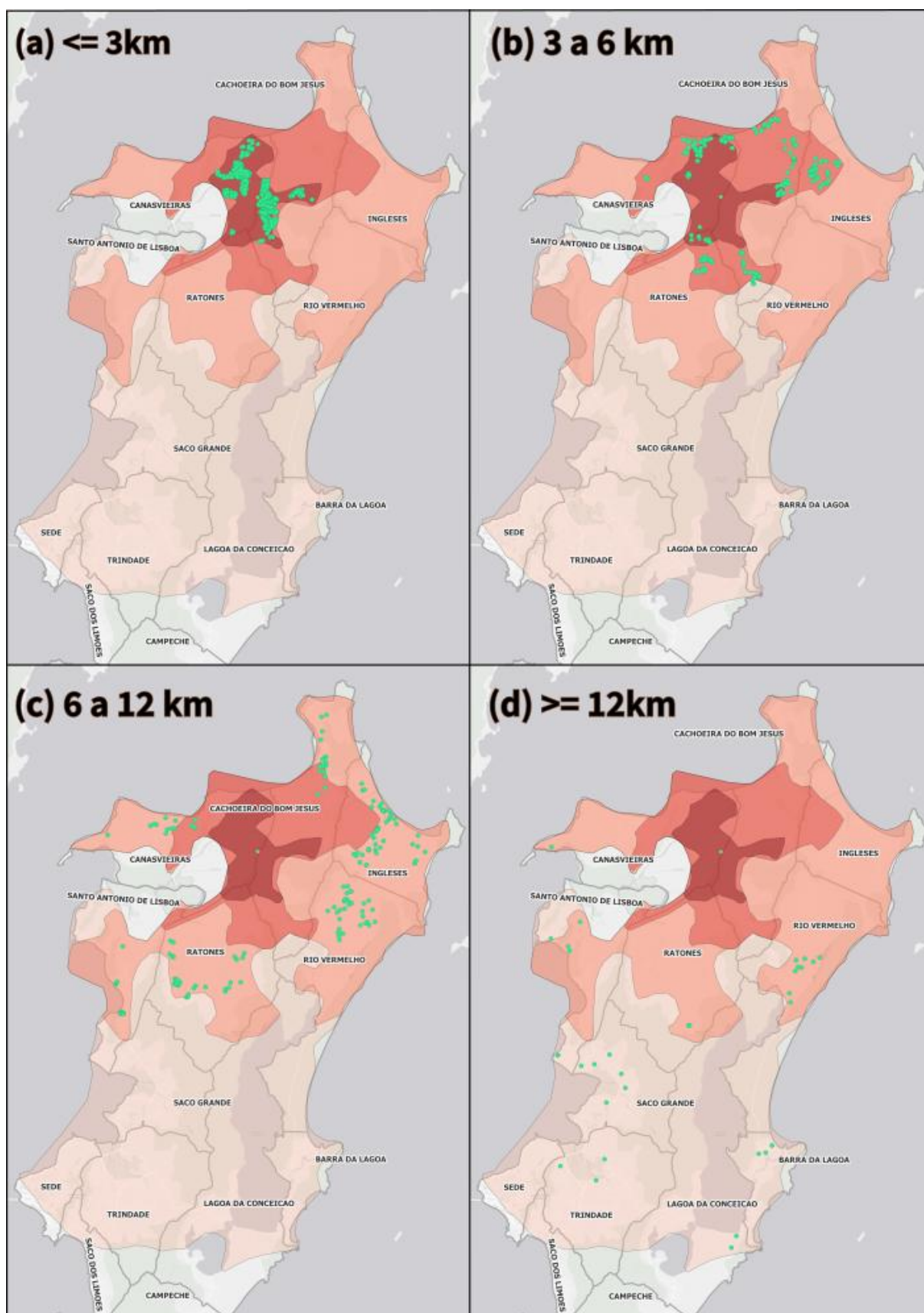
Figura 52 - Visualização espacial de alunos EEM Jacó Anderle por faixa de deslocamento percorrido (a) N/A (b) faixa A (c) faixa B (d) faixa C



Fonte: Elaborado pela autora (2025)

De modo geral, a associação entre as camadas de pontos e as isócronas de deslocamento revela uma correspondência consistente, uma vez que a maior parte dos pontos simulados se encontra nos polígonos gerados para as faixas N/A, A, B e C (Figura 53). Assim como nos casos anteriores, o resultado dessa integração permite uma interpretação mais aprofundada da relação entre a localização dos estudantes e o percurso necessário até a EEM Jacó Anderle, possibilitando o entendimento das dinâmicas territoriais que condicionam o acesso à unidade. Essa leitura espacial subsidia discussões posteriores sobre padrões de mobilidade, demandas de transporte escolar e potenciais ajustes no planejamento educacional e territorial.

Figura 53 - Visualização espacial isócronas e alunos EEM Jacó Anderle por faixa de deslocamento percorrido (a) N/A (b) faixa A (c) faixa B (d) faixa C



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Ao explorar os casos dos alunos matriculados na EEM Jacó Anderle que são dependentes do transporte escolar, da faixa A,B ou C, porém residem mais próximo das outras UEs da área de estudo, foi considerado as distâncias calculadas para a EEB Intendente José Fernandes (dist_2), EEB de Muquem (dist_3) e também a EEB Dr. Paulo Fontes (dist_4), para analisar os casos de alunos do ensino médio. A tabela 13 dispõe o quantitativo de estudantes por faixa de transporte relacionando com as UEs da área de estudo.

No total, 124 alunos da EEM Jacó Anderle dependentes do transporte escolar configuram-se aptos para ajuste de matrícula para outra instituição, próxima de sua residência, suprimindo a necessidade de transporte escolar. Desse total, 78 poderiam ser realocados para a EEB Intendente José Fernandes, 36 para a EEB de Muquem e 10 para a EEB Dr. Paulo Fontes. O maior grupo apto a mudanças são os alunos da faixa B, que realizam um deslocamento entre 12 a 24 km de ida e volta até a EEM Jacó Anderle, totalizando 89 casos. Os alunos da faixa A correspondem a 35, e os da faixa C permanecem inalterados.

Tabela 13 - Alunos da EEM Jacó Anderle por faixa de transporte - análise de ajuste

UE: EEM JACO ANDERLE				
FAIXA DE TRANSPORTE	EEB INTENDENTE JOSE FERNANDES (2)	EEB DE MUQUEM (3)	EEB DR. PAULO FONTES (4)	Total alunos por faixa
A	35	-	-	35
B	43	36	10	89
C	-	-	-	-
TOTAL DE ALUNOS POR ESCOLA	78	36	10	124
TOTAL DE ALUNOS APTOS PARA REAJUSTE				

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Nesse sentido, a configuração de alunos da EEM Jacó Anderle considerando o reajuste de matrículas para as UEs da tabela E, resultaria em uma reestruturação do atendimento ao transporte escolar, conforme observado pela tabela 14. Nesse cenário de mudança, o montante de alunos usuários de transporte escolar é de 343, ou 19,17% do total das matrículas.

Tabela 14 - Alunos da EEM Jacó Anderle por faixa de transporte - análise pós ajuste

UE: EEM JACO ANDERLE					UE: EEM JACO ANDERLE - REAJUSTADO		
ENSINO		FAIXA DE TRANSPORTE		% do total	FAIXA DE TRANSPORTE		% do total
EN. FUNDAMENTAL	153	N/A	1322	73,90%	N/A	1322	73,90%
EN. MÉDIO	1636	A	258	14,42%	A	223	12,47%
TOTAL DE		B	173	9,67%	B	84	4,70%
MATRÍCULAS:	1789	C	36	2,01%	C	36	2,01%
TOTAL DE ALUNOS TRANSPORTE ESCOLAR:			467	26,10%	TOTAL DE ALUNOS TRANSPORTE ESCOLAR:	343	19,17%

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

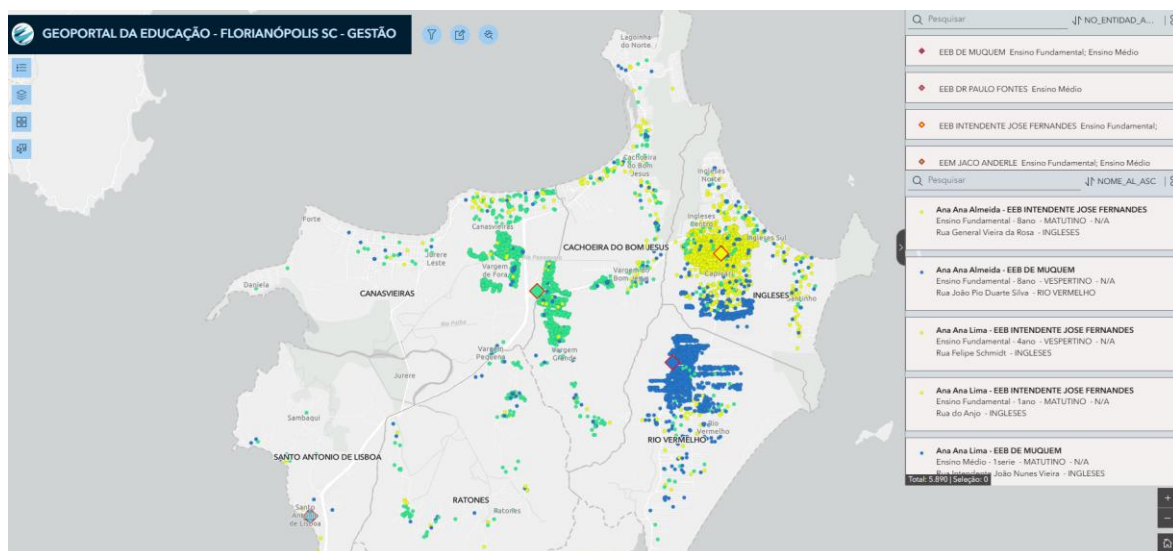
Ao comparar com os casos anteriores, o resultado evidencia que houve uma pequena redução no grupo de alunos atendidos pelo transporte escolar, principalmente ao considerar os alunos da faixa A. Essa constatação pode estar associada às características locacionais da unidade, especialmente à proximidade das rodovias SC-401 e SC-403, que atuam como barreiras físicas ao deslocamento. Mesmo residindo em áreas relativamente próximas, observou-se que as rotas simuladas geram desvios ou percursos mais longos para acessar a escola, o que contribui para ampliar a distância efetiva percorrida e, conseqüentemente, para sua permanência na condição de dependentes do transporte escolar.

Outro ponto analisado é que, dentre as UEs da área de estudo, apenas a EEB Intendente José Fernandes abrange os alunos da faixa A da EEB Jacó Anderle, enquanto apenas os estudantes da faixa B apresentam compatibilidade com a EEB de Muquem. As áreas ou zonas de abrangência entre as unidades são importantes para entender e conhecer os limites efetivos de atendimento escolar, permitindo identificar sobreposições, lacunas e potenciais redistribuições de matrícula. Essa compreensão é fundamental para avaliar a eficiência do uso do transporte escolar, orientar decisões de planejamento territorial e, sobretudo, subsidiar políticas que priorizem o atendimento dos estudantes na unidade mais próxima de sua residência.

7.3. GEOPORTAL DA EDUCAÇÃO DE FLORIANÓPOLIS - WEBMAP À GESTÃO

O geoportal da educação de Florianópolis voltado à gestão tem como objetivo disponibilizar, de forma interativa por meio de um webmap, os dados educacionais (unidades de ensino e alunos) referentes à área de estudo desta pesquisa, tomando como cenário de simulação os distritos que compõem a região norte do município. A proposta busca oferecer uma visualização integrada e acessível das informações, apoiando processos de análise e tomada de decisão no âmbito da gestão educacional (Figura 54).

Figura 54 - Geoportal da educação de Florianópolis – gestão no Experience Builder



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

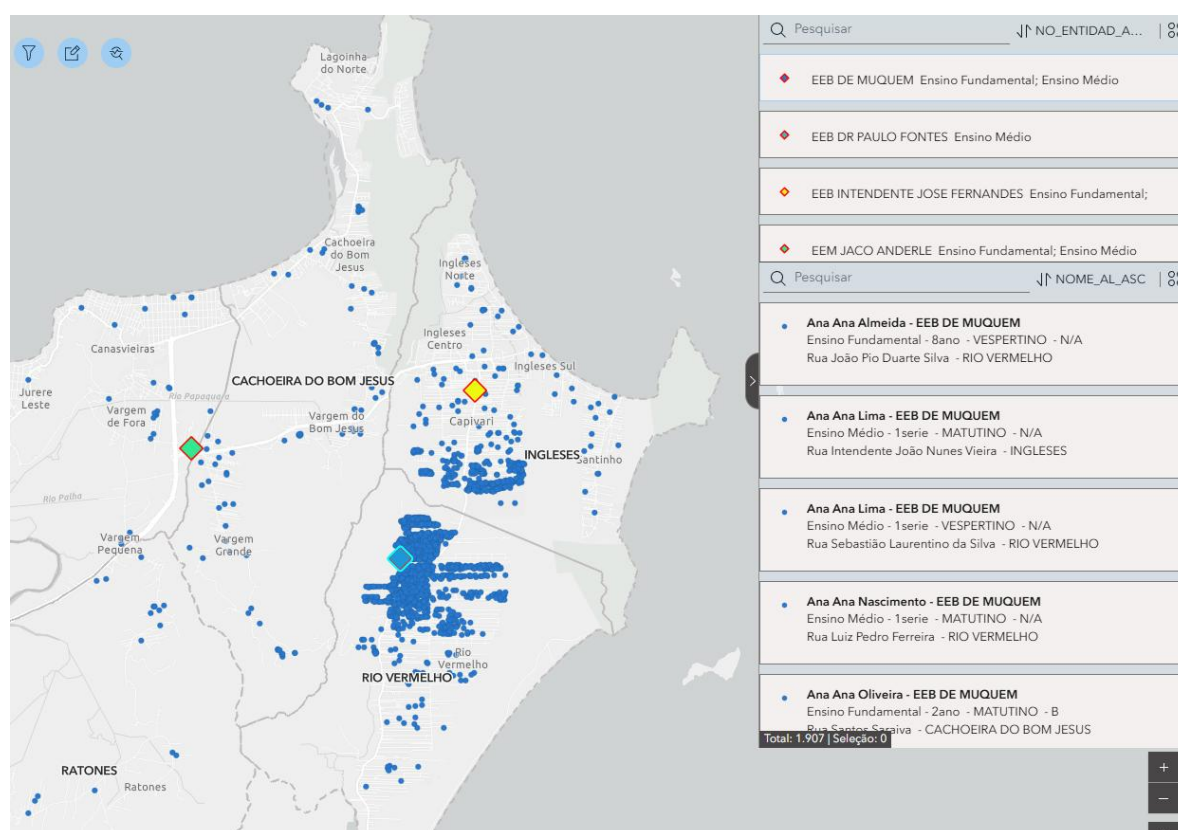
A visualização inicial do portal apresenta todos os pontos simulados, aproximadamente seis mil alunos vinculados às unidades de ensino da área de estudo, organizados por uma simbologia que diferencia cada UE. Também são exibidos, em simbologia tracejada os limites dos distritos de Florianópolis, auxiliando na contextualização territorial. No canto superior esquerdo da interface encontram-se os widgets de legenda, controle de camadas, galeria de *basemaps* e ferramenta de seleção de feições. Já no topo da página, além da identificação do portal, estão disponíveis os widgets de filtro, edição de feições e análises espaciais.

Na lateral direita, um painel interativo expansível reúne duas listas informativas. A primeira apresenta as unidades de ensino da área de estudo acompanhadas das respectivas categorias de ensino ofertadas. A segunda lista

reúne os atributos da base simulada dos alunos, incluindo nome, unidade de vínculo, categoria e tipo de ensino, período registrado, faixa de transporte correspondente, além do endereço e bairro de origem.

Essa organização permite que a seleção de qualquer feição no mapa filtre automaticamente tanto a visualização espacial quanto os elementos exibidos nas listas, retornando apenas os alunos e unidades relacionados (Figura 55). Cada uma das listas também dispõe de uma ferramenta própria de pesquisa textual, possibilitando localizar as instituições ou estudantes específicos, ampliando a precisão da navegação e a eficiência na exploração dos dados.

Figura 55 - Exemplo da seleção e filtragem interativa das feições de alunos simulados

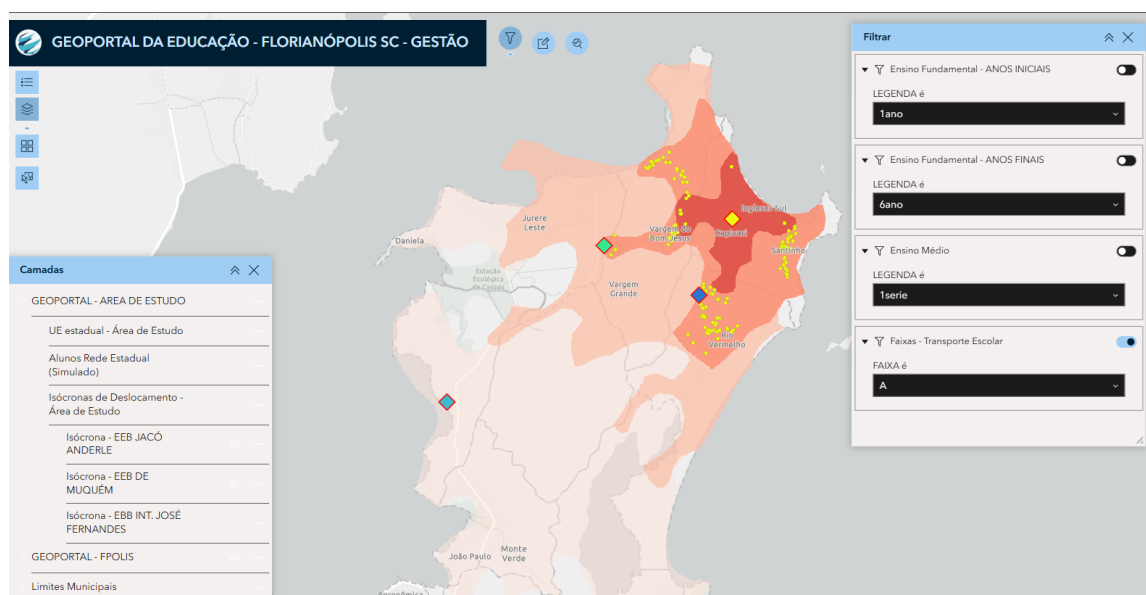


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Além das camadas de pontos das UEs e dos alunos simulados da área de estudo, as camadas geradas de isócronas de deslocamento também foram disponibilizadas e podem ser acessadas pelo menu de camadas, conforme ilustra a figura 56. Somado as análises das camadas isócronas, é possível sobrepor as feições de alunos simulados por cada faixa de deslocamento a partir do widget de filtro, assim como por categoria de ensino (ensino fundamental e médio) e o tipo

(anos iniciais, finais e médio). Desta forma, amplia-se a leitura espacial de fenômenos, como a identificação de padrões de mobilidade, relações de abrangência e sobreposição de influência entre as unidades de ensino, avaliação de cenários para ajuste de matrículas, entre outros.

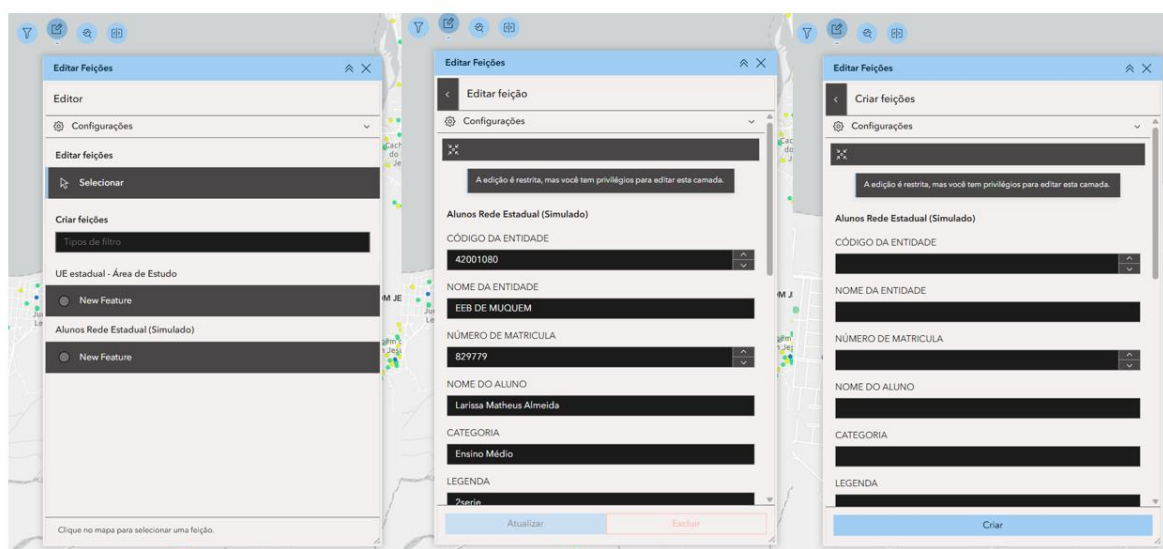
Figura 56 - Camada de Isócrona de deslocamento sobreposto ao widget de filtro



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Como o geoportal caracteriza-se como um modelo de apoio a gestão educacional, adicionou-se o widget de edição de feições, das camadas de ponto das UEs e dos alunos. Por meio desta ferramenta, o usuário pode ajustar os atributos, adicionar ou remover feições do mapa (Figura 57).

Figura 57 - Ferramenta de edição de feições do geoportal

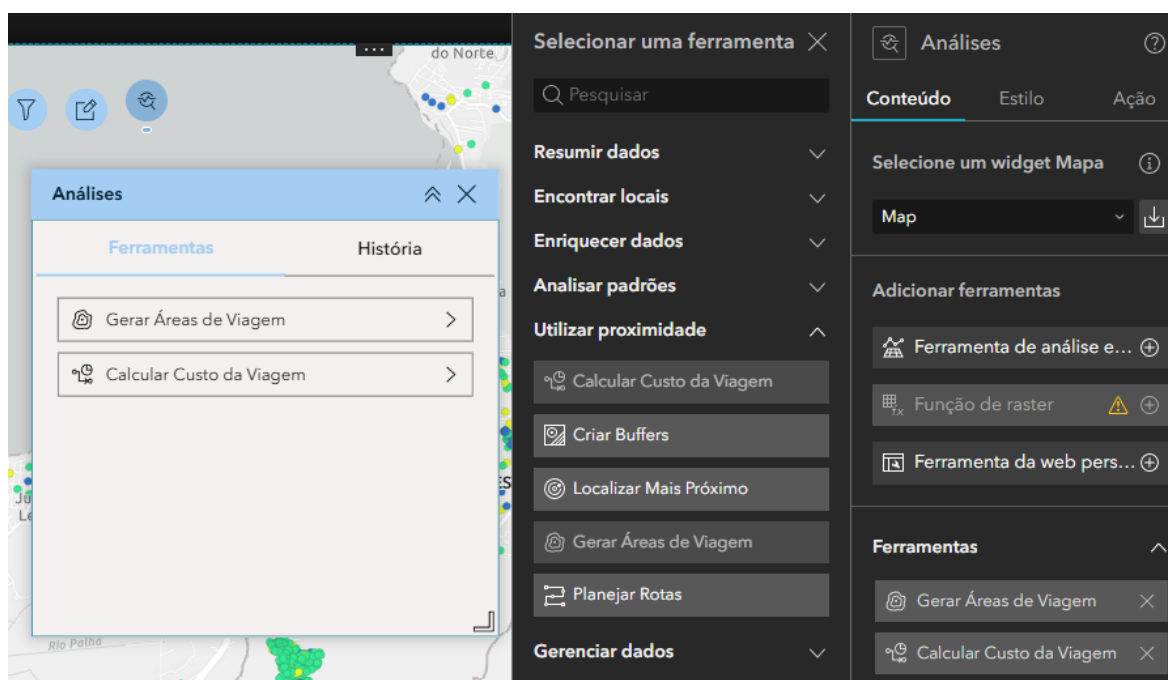


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

O último widget disponibilizado no portal é o de análises, da qual apresenta ferramentas de análise espacial como geração de áreas e cálculo de custo de viagem (Figura 58). Estes modelos de análise foram selecionados entre outras categorias de análise que a ferramenta disponibiliza, como exemplo modelos para resumir dados, encontrar locais, analisar padrões, etc. As ferramentas selecionadas utilizam o modelo de análise “utilizar proximidade”, em que são geradas feições com base na localização e deslocamento entre diferentes camadas – estrutura de análise que se aproxima da proposta da base simulada de deslocamento feito no QGIS.

Entretanto, por gerar novas feições a partir da consulta do usuário, essas operações demandam consumo de créditos da plataforma ArcGIS Online, o que implica em um controle de uso das ferramentas. Esses créditos funcionam como uma espécie de moeda interna que contabiliza a execução de análises, armazenamento e processamento. Assim, ainda que a aplicação permita análises espaciais avançadas diretamente na interface, é necessário considerar o custo computacional associado, bem como a gestão de créditos pela instituição responsável, sobretudo em cenários de uso intensivo da ferramenta.

Figura 58 - Definições de configuração para o widget de Análises do portal



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A opção de “Gerar Áreas de Viagem” calcula a área que pode ser alcançada a partir de um tempo ou distância específica tendo como referência a rede viária. A partir deste, o usuário seleciona a camada de entrada para onde será gerada as áreas de viagem, seleciona o modo de viagem (Distância de caminhada), definir um limite de distância ou tempo (3, 6, 12, 24 km), a unidade do limite (Quilômetros), a direção do percurso (Em direção aos locais de entrada) e política de sobreposição (dissolver), como ilustrado pela figura 59. O usuário deve atribuir um nome para a camada resultante e uma pasta onde o arquivo será salvo. Ao final da página, há uma opção para consulta do número de créditos estimados que a análise gerará – quanto maior o número de feições e cálculos solicitados ao modelo, maior será o valor de créditos requerido.

Figura 59 - Definições de configuração para o widget de Análises do portal

The image displays two side-by-side screenshots of the 'Análises' (Analysis) widget configuration interface, specifically for the 'Gerar Áreas de Viagem' (Generate Travel Areas) tool.

Left Screenshot:

- Header:** 'Análises' with expand/collapse and close icons.
- Tabs:** 'Ferramentas' (Tools) and 'História' (History).
- Tool Selection:** 'Gerar Áreas de Viagem' is selected.
- Camadas de entrada (Input Layers):**
 - Instruction: 'Escolha uma camada contendo os pontos que você deseja gerar ao redor das áreas de viagem. Opcionalmente, selecione camadas de barreira para restringir viagens em determinadas áreas.'
 - Selected layer: 'UE estadual - Área de Estudo - Selection' (Contagem de feições: 1).
- Camadas de barreira opcionais (Optional Barrier Layers):** (Empty list).
- Configurações de análise (Analysis Settings):**
 - Modo de viagem (Travel Mode): 'Distância da Caminhada' (Distance from Origin).
 - Limites (Limits): A list of values (24, 12, 6, 3) with a '+ Adicionar' (Add) button.
 - Unidades de limite (Limit Units): (Empty dropdown).
- Footer:** 'Créditos estimados' (Estimated Credits) showing 2, and 'Executar' (Execute) and 'Voltar' (Back) buttons.

Right Screenshot:

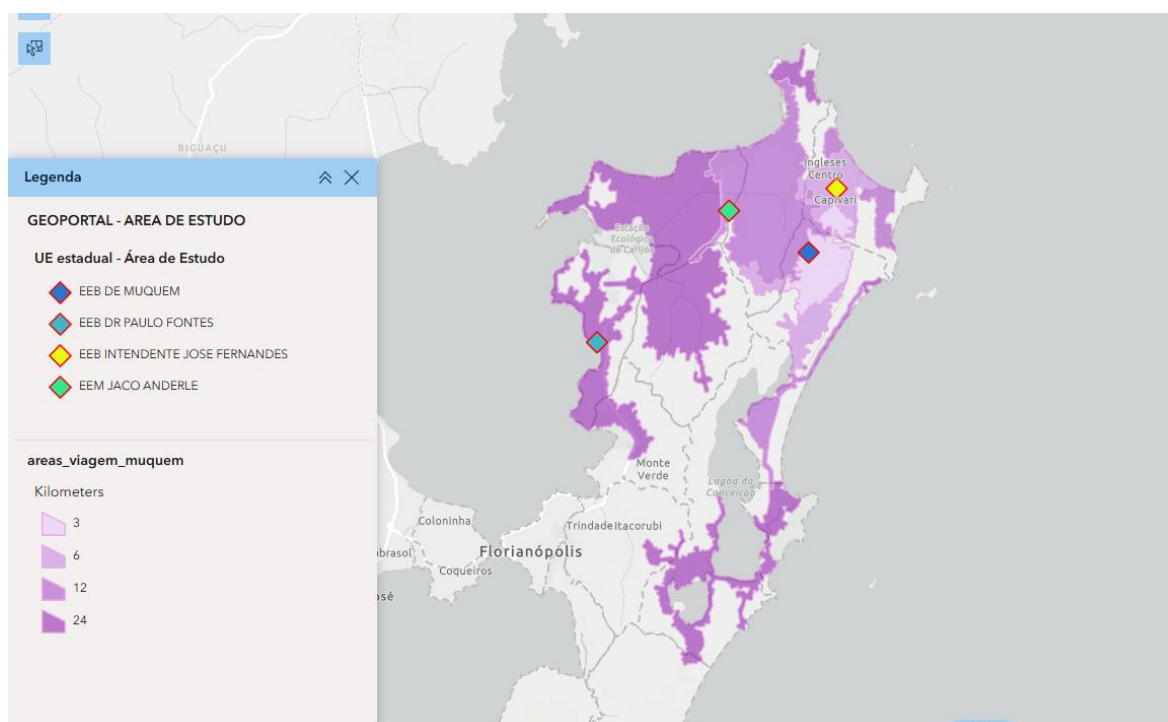
- Header:** 'Análises' with expand/collapse and close icons.
- Tabs:** 'Ferramentas' (Tools) and 'História' (History).
- Tool Selection:** 'Gerar Áreas de Viagem' is selected.
- Unidades de limite (Limit Units):** 'Quilômetros' (Kilometers).
- Direção do percurso (Direction of Travel):** 'Em direção aos locais de entrada' (Towards entry points).
- Política de sobreposição (Overlap Policy):** 'Dissolver' (Dissolve).
- Gerar polígonos detalhados (Generate detailed polygons):** (Unchecked checkbox).
- Camadas resultantes (Resulting Layers):**
 - Instruction: 'Forneça um nome exclusivo para a camada de resultado.'
 - Nome de saída (Output Name): 'areas_viagem_muquem'.
 - Incluir ruas alcançáveis (Include reachable streets): (Unchecked checkbox).
 - Salvar na pasta (Save to folder): 'julia_geodesign'.
- Configurações do ambiente (Environment Settings):**
 - Instruction: 'Especifique configurações adicionais que afetam como a análise é executada.'
- Footer:** 'Créditos estimados' (Estimated Credits) showing 2, and 'Executar' (Execute) and 'Voltar' (Back) buttons.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A figura 60 ilustra o resultado da camada gerada pela ferramenta do widget de Análises considerando a opção “Gerar Áreas de Viagem”, carregando-a diretamente no mapa com uma simbologia categorizada segundo as classes de deslocamento estabelecidas em quilômetros. A modelagem pode ser aplicada individualmente para cada unidade de ensino, possibilitando a geração de diferentes cenários de abrangência.

Ao serem sobrepostos, esses resultados podem ser analisados comparativamente na própria plataforma, favorecendo uma leitura integrada das áreas atendidas e dos potenciais conflitos de cobertura. Tal abordagem acrescenta valor à tomada de decisão, sobretudo no que se refere ao planejamento do transporte escolar e à otimização da alocação de estudantes na rede estadual.

Figura 60 - Camada resultante “Gerar Áreas de Viagem” do widget de análises

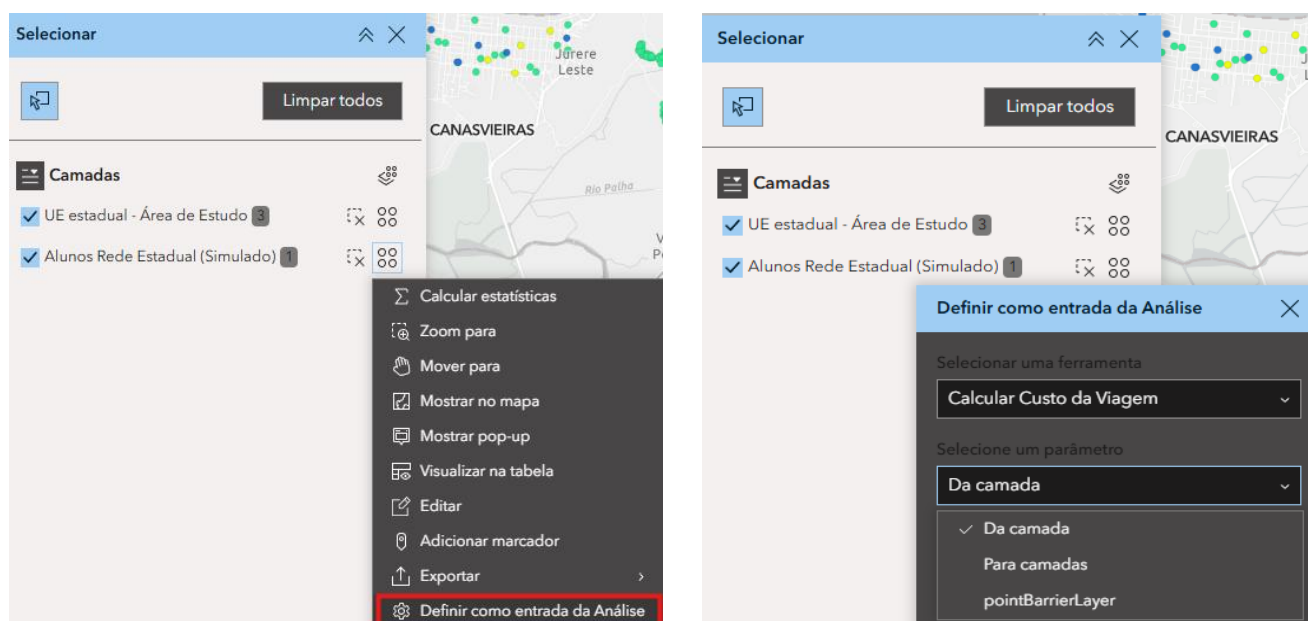


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A última ferramenta do widget de Análises é a de cálculo de custo de viagem, cuja finalidade é estimar o tempo ou distância de deslocamento entre pontos em linha reta ou pela rede viária. Antes de executar a ferramenta, é necessário definir previamente quais elementos serão utilizados como camada de entrada, caso contrário o algoritmo assume automaticamente todas as feições disponíveis de alunos e unidades de ensino. Assim, o procedimento recomendado consiste em selecionar no mapa apenas os elementos de interesse, utilizando a ferramenta de seleção, e em seguida defini-los como camada de entrada para o processamento.

Posteriormente, o usuário indica o tipo de operação desejada, especificando o sentido da análise (a partir da camada selecionada ou em direção a ela) e os parâmetros a serem adotados, conforme ilustrado na Figura 61. Esse recurso permite estimar cenários específicos de deslocamento entre uma unidade e um conjunto particular de estudantes, contribuindo para análises mais direcionadas sobre acessibilidade e demanda potencial de transporte escolar.

Figura 61 - Definições para seleção de feições como entrada de análise



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A partir da seleção definida para as camadas de entrada, é feita a configuração de análise: com tipo de medição sendo “Distância de Caminhada”, hora de partida “não especificado” e forma de rota como “Seguir ruas”. Em seguida, cria-se para a camada resultante um nome e o diretório de armazenamento (Figura 62). Assim como a ferramenta de “Gerar Áreas de Viagem”, é possível consultar quantos créditos a operação irá consumir, permitindo avaliar o custo do processamento antes de confirmar sua execução.

Figura 62 - Definições de configuração para o widget de Análises do portal

The image displays two side-by-side screenshots of the 'Análises' (Analysis) widget configuration interface. Both screenshots show the 'Ferramentas' (Tools) tab and the 'História' (History) section.

Left Screenshot:

- Camadas de entrada** (Input Layers): Escolha as camadas que representam dois conjuntos de pontos entre os quais você deseja calcular o tempo de viagem ou a distância. Opcionalmente, selecione camadas de barreira para restringir viagens em determinadas áreas quando a análise usar um modo de viagem.
 - Da camada** (From layer): Alunos Rede Estadual (Simulado) - Selection. Contagem de feições: 1.
 - Para camadas** (To layers): UE estadual - Área de Estudo - Selection. Contagem de feições: 3.
- Camadas de barreira opcionais** (Optional barrier layers): None listed.
- Configurações de análise** (Analysis settings):
 - Tipo de medição** (Measurement type): Distância da Caminhada.
 - Hora de partida** (Start time): Tempo não especificado.
- Créditos estimados** (Estimated credits): 0,015.
- Buttons:** Executar, Voltar.

Right Screenshot:

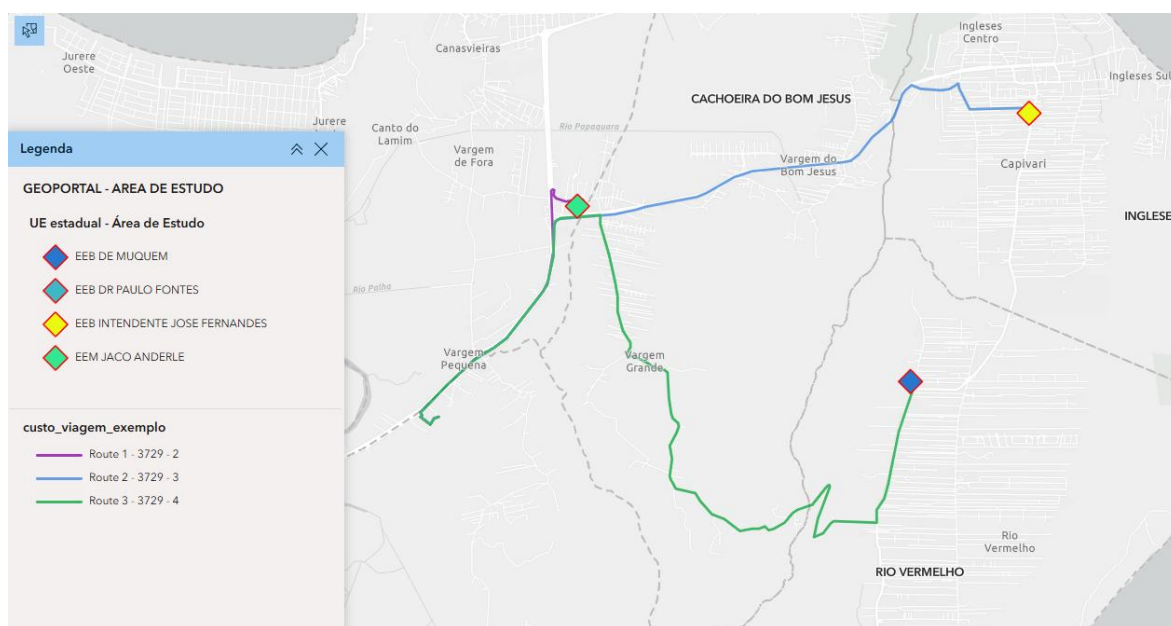
- Tipo de medição** (Measurement type): Distância da Caminhada.
- Hora de partida** (Start time): Tempo não especificado.
- Forma da rota** (Route shape): Seguir ruas.
- Camadas resultantes** (Resulting layers): Forneça um nome exclusivo para a camada de resultado.
 - Nome de saída** (Output name): calculo_distancia_exemplo.
 - ☐ Incluir camadas de rota.
 - Salvar na pasta** (Save to folder): julia_geodesign.
- Configurações do ambiente** (Environment settings): Especifique configurações adicionais que afetam como a análise é executada.
- Créditos estimados** (Estimated credits): 0,015.
- Buttons:** Executar, Voltar.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Como resultado, a ferramenta exibe no mapa os trajetos calculados entre o ponto de origem (aluno) e os pontos de destino (UEs), organizando as rotas por ordem de distância. Cada percurso pode ser consultado individualmente por meio do *pop-up* associado às feições geradas, que apresentam os valores estimados de deslocamento. A Figura 63 exemplifica a camada resultante para o modo de deslocamento por caminhada.

No caso ilustrado, observa-se que o aluno vinculado à EEB de Muquem percorre a maior das distâncias simuladas, situação que justificaria sua dependência do transporte escolar. Entretanto, a análise evidencia que esse mesmo estudante teria um trajeto significativamente mais curto até a EEM Jacó Anderle, o que, em um cenário real, poderia até mesmo alterar sua condição de elegibilidade ao transporte escolar.

Figura 63 - Camada resultante “Calcular Custo da Viagem” do widget de análises



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A construção do geoportal voltado à gestão, portanto, evidencia o potencial das plataformas webmapping para apoiar processos de planejamento e gestão educacional. A visualização espacial interativa e o fácil compartilhamento de informações permitem que diferentes agentes, sejam técnicos, gestores ou tomadores de decisão, acessem de forma integrada a distribuição das unidades escolares, a rede de alunos e suas relações territoriais.

Esse ambiente possibilita desde análises mais simples, como o reconhecimento da estrutura educacional existente, a identificação de áreas com potencial demanda para novas infraestruturas e a avaliação preliminar de realocação de matrículas considerando padrões de deslocamento e dependência de transporte escolar, até análises mais complexas, como a geração de áreas de influência e cálculos de custo de viagem.

Apesar do amplo conjunto de possibilidades, destaca-se como limitação o consumo de créditos para a execução de determinadas análises avançadas, o que pode restringir parte das operações quando não há disponibilidade institucional desses recursos. Ainda assim, o sistema demonstra elevada capacidade de subsidiar diagnósticos territoriais, simulações e estratégias de gestão, reforçando sua utilidade como ferramenta complementar no apoio à tomada de decisão pública.

7.4. AVALIAÇÃO DOS GEOPORTAIS DA EDUCAÇÃO

Com o objetivo de verificar a efetividade, a usabilidade e o potencial dos geoportais desenvolvidos nesta pesquisa — tanto o geoportal de acesso público quanto o geoportal voltado à gestão — foi estruturado um procedimento de avaliação baseado na percepção dos usuários. Essa etapa busca complementar as análises técnicas realizadas ao longo do projeto, incorporando a dimensão da experiência de uso, fundamental para a validação de aplicações web cartográficas voltadas ao apoio à decisão.

Para viabilizar essa avaliação, foi disponibilizado em ambos os geoportais um link direto para um formulário eletrônico elaborado na plataforma Google Forms. Esse recurso permite que os usuários, ao explorarem os geoportais, possam registrar de forma imediata suas percepções sobre a plataforma, contribuindo com uma análise qualitativa e quantitativa da experiência de navegação, interação e compreensão das informações apresentadas.

O formulário foi estruturado em dois blocos principais. O primeiro bloco é voltado à caracterização do respondente, incluindo campos como nome, e-mail e formação acadêmica ou área de atuação. Essas informações permitem contextualizar o perfil dos usuários avaliadores, possibilitando análises posteriores sobre como diferentes públicos percebem e utilizam as ferramentas propostas.

O segundo bloco do formulário é dedicado à avaliação propriamente dita dos geoportais. As questões foram organizadas de modo a abranger dimensões essenciais de aplicações SIG baseadas na web, incluindo: (i) projeto visual e interatividade, (ii) funcionalidade das ferramentas e recursos disponibilizados, e (iii) experiência do usuário, considerando especialmente se a plataforma atende às demandas de informação e aos questionamentos relacionados ao planejamento educacional e à análise territorial. Para essas dimensões, os usuários devem selecionar uma das opções de avaliação em escala ordinal: Ótimo, Muito bom, Bom, Neutro ou Não adequado.

Essa estrutura de respostas padronizadas permite a sistematização dos resultados, viabilizando comparações e a identificação de tendências de percepção entre os usuários. Ao final do formulário, foi incluído um campo aberto para sugestões, críticas e comentários adicionais. Esse espaço qualitativo é fundamental para captar aspectos não contemplados pelas perguntas fechadas, permitindo que

os usuários expressem de forma livre suas impressões, apontem limitações, indiquem funcionalidades desejadas ou proponham melhorias para os geoportais.

Dessa forma, a estrutura de avaliação proposta não apenas permite mensurar o desempenho percebido das aplicações desenvolvidas, mas também estabelece um canal de diálogo entre os usuários e o sistema, reforçando o caráter iterativo e participativo do processo de construção de ferramentas de apoio ao planejamento educacional e territorial. Espera-se que as respostas ao formulário sejam provenientes de um público diverso, incluindo a população em geral, moradores da área de estudo, estudantes e pesquisadores interessados em dados educacionais e análises espaciais.

Adicionalmente, a participação de gestores e técnicos da área da educação é considerada fundamental, uma vez que possibilita avaliar o potencial dos geoportais como instrumentos de apoio à gestão pública, à formulação de estratégias e à tomada de decisão, ampliando a compreensão sobre sua aplicabilidade em contextos institucionais reais.

8. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

A presente pesquisa buscou elaborar e analisar espacialmente as informações educacionais da rede estadual localizadas nos distritos do norte da Ilha de Santa Catarina, integrando dados do INEP e da Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina (SED/SC). Partiu-se da premissa de que a distribuição das unidades de ensino e dos estudantes no território constitui um elemento central para o planejamento educacional, especialmente quando associada às condições de deslocamento e à oferta de infraestrutura urbana. Para isso, foram aplicadas técnicas de simulação de localização, análises de deslocamento e elaboração de mapas de abrangência, culminando na construção de dois geoportais — um de acesso público e outro voltado à gestão — concebidos como instrumentos de apoio à leitura territorial e à tomada de decisão no âmbito educacional.

Como contribuição principal, esta pesquisa explorou a relação aluno–escola a partir de uma perspectiva espacial, demonstrando o potencial do uso de dados georreferenciados para apoiar a otimização do direcionamento de matrículas e a organização do serviço de transporte escolar. Ao considerar a localização dos estudantes e das unidades de ensino, os resultados evidenciam como análises espaciais podem subsidiar decisões mais eficientes quanto à acessibilidade, à redução de deslocamentos e ao uso racional da infraestrutura educacional existente.

O desenvolvimento do trabalho envolveu etapas metodológicas complementares, que incluíram a reorganização e integração das bases de dados educacionais, a criação de uma base simulada de localização dos alunos e o processamento cartográfico das informações nos ambientes ArcGIS Pro, ArcGIS Online, Experience Builder e QGIS. Associado a isso, foram realizadas análises geoespaciais com o plugin ORS Tools, possibilitando a construção de cenários que evidenciam a relação entre distância, atendimento escolar e os critérios legais de transporte escolar estabelecidos pela Lei Complementar nº 754/2019. Essas etapas permitiram estruturar uma base analítica consistente, capaz de representar espacialmente a dinâmica entre alunos, unidades educacionais e rede viária.

Cabe ressaltar que o projeto não tem como finalidade a proposição direta de medidas administrativas, como a realocação de matrículas ou a redefinição de rotas de transporte escolar. O foco central reside em demonstrar como a utilização

articulada de ferramentas de geotecnologias pode qualificar o diagnóstico territorial, apoiar a leitura da distribuição da demanda educacional e evidenciar situações que impactam o planejamento. Nesse sentido, as análises desenvolvidas não configuram soluções prescritivas, mas sim subsídios técnicos para reflexão e apoio à gestão.

Dessa forma, os cenários e resultados apresentados devem ser compreendidos como modelos de referência, que auxiliam a gestão pública na interpretação das dinâmicas espaciais associadas à educação, sem substituir os processos decisórios institucionais. Reconhece-se que a efetivação de quaisquer ajustes no sistema educacional envolve múltiplos atores, normativas, condicionantes sociais e políticas públicas. Ainda assim, o estudo reforça o potencial da análise espacial como base para um planejamento mais integrado, transparente e fundamentado em evidências, fortalecendo a articulação entre território e educação no norte da Ilha de Santa Catarina.

Como primeiro resultado aplicado do projeto, destaca-se a criação do Geoportal da Educação de Florianópolis, voltado ao público. Essa plataforma disponibiliza de forma interativa as unidades educacionais do município, abrangendo escolas públicas e privadas com base nos dados do Censo Escolar do INEP (2022). Desenvolvido a partir do ArcGIS Experience Builder, integrado ao ArcGIS Online e ao ArcGIS Pro, o geoportal permite a exploração da localização das escolas e o acesso a informações relacionadas à tipologia e aos níveis de ensino ofertados. Destaca-se, nesse contexto, o aplicativo *Near Me*, que possibilita análises espaciais orientadas à proximidade, listando as unidades mais próximas de um ponto definido pelo usuário e ampliando o potencial de uso da plataforma para consultas exploratórias e informativas.

Como segundo resultado, o geoportal da educação voltado à gestão, desenvolvido no âmbito desta pesquisa, amplia significativamente as possibilidades de análise ao incorporar uma base simulada de alunos e ferramentas de avaliação espacial. Para preservar a confidencialidade dos dados reais, foi estruturada no QGIS uma base simulada de localização dos estudantes na porção norte de Florianópolis, permitindo explorar as relações entre alunos e unidades de ensino, bem como visualizar áreas de influência das escolas e as faixas de deslocamento associadas ao transporte escolar, por meio das funcionalidades do plugin ORS Tools.

A integração desses dados em um ambiente interativo de webmap possibilita que gestores reproduzam ou simulem situações recorrentes da rotina administrativa, como a redistribuição de matrículas, a avaliação da demanda por transporte escolar e a identificação de regiões com maior pressão por vagas. Essa capacidade de antecipar cenários e testar alternativas em um contexto georreferenciado contribui para um planejamento mais eficiente, com potencial de otimização de recursos e redução de custos operacionais.

Além disso, a combinação entre dados espaciais e ferramentas analíticas no geoportal permite análises mais dinâmicas, como a verificação da conformidade com os critérios legais do transporte escolar e a projeção de cenários futuros a partir de tendências territoriais e demográficas. Nesse sentido, o sistema se consolida como um instrumento inovador para alinhar políticas educacionais às características do território, fortalecendo a gestão pública e promovendo maior equidade no acesso à educação.

No que se refere às abordagens metodológicas adotadas, a pesquisa empregou duas estratégias principais para a realização das análises espaciais, que, embora produzam resultados semelhantes, apresentam diferenças significativas quanto à estrutura, ao modelo de execução e aos custos envolvidos. A primeira abordagem baseou-se no QGIS, utilizando o plugin ORS Tools, caracterizando-se como uma solução open source, gratuita e amplamente acessível. A segunda abordagem utilizou o ArcGIS Pro integrado ao ArcGIS Online e ao Experience Builder, configurando-se como um serviço do tipo *Software as a Service* (SaaS), dependente de licenciamento e do consumo de créditos para determinadas operações.

No cálculo das distâncias percorridas, o plugin ORS Tools no QGIS disponibiliza a ferramenta Matrix, que estima deslocamentos considerando a malha viária. Já no ambiente ArcGIS, a funcionalidade equivalente é o cálculo de custo de viagem, incorporado às análises espaciais do Experience Builder, cuja execução implica consumo de créditos. De forma análoga, a geração de isócronas de deslocamento é realizada no QGIS pelo módulo Isochrones, enquanto no ArcGIS essa funcionalidade é reproduzida pela ferramenta de geração de áreas de viagem, também sujeita à cobrança por créditos.

Em síntese, a solução baseada no QGIS apresenta vantagens relacionadas ao custo, à flexibilidade e à acessibilidade, sendo adequada a contextos que

priorizam autonomia técnica e ausência de encargos financeiros. Por outro lado, a abordagem baseada no ArcGIS se destaca pela integração com plataformas web, escalabilidade e suporte institucional, configurando-se como uma alternativa robusta para aplicações corporativas e ambientes que demandam maior interoperabilidade e padronização.

Em termos de desdobramentos futuros, destaca-se a relevância de aprofundar a análise na relação escola–aluno, deslocando o foco para a avaliação da localização das unidades escolares, da distribuição territorial das vagas e da adequação da oferta educacional à dinâmica urbana. Essa abordagem amplia o potencial de aplicação do Geoportal da Educação para a revisão de estratégias de planejamento educacional e urbano, permitindo discutir a formação de centralidades, a integração da escola com o território e a promoção da inclusão do cidadão nas atividades escolares, fortalecendo o papel da educação como elemento estruturador do espaço urbano.

Recomenda-se para continuidade e aprimoramento desta pesquisa o uso do modelo de polígonos de Voronoi aliado à análise de multicritérios como ferramenta eficaz para o planejamento urbano e a gestão de serviços públicos. A potencialidade dessa abordagem reside na sua capacidade de incorporar múltiplas variáveis ambientais, sociais e espaciais, possibilitando a delimitação mais precisa das áreas de influência e identificando regiões de maior necessidade de intervenção ou melhorias na oferta de serviços.

Por fim, os resultados desta pesquisa dialogam com estudos nacionais e internacionais que evidenciam a eficácia do uso de Sistemas de Informação Geográfica e cartografia aplicada à gestão educacional. Essa relevância é ampliada quando associada à visualização interativa via Webmaps, conforme observado em experiências consolidadas, como os geoportais educacionais da Índia e de Córdoba, na Argentina. Assim, o presente trabalho contribui para o avanço das discussões sobre planejamento educacional apoiado em geotecnologias, reforçando a importância da visualização e da análise espacial como instrumentos estratégicos para a gestão pública no âmbito municipal e estadual.

REFERÊNCIAS

ALLOATTI, M. N. **Explorando Os Limites Da Cidadania**: estudo de caso de migrantes argentinos radicados em balneário canasvieiras. 270 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política, UFSC, Florianópolis, 2013.

AMORIM, A.; PELEGRINA, M. A.; JULIÃO, R. P. Gestão Territorial e seus desafios. In: **Cadastro e gestão territorial: uma visão luso-brasileira para a implementação de sistemas de informação cadastral nos municípios** [online]. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2018, pp. 15-19. ISBN: 978-85-9546-282-3. <https://doi.org/10.7476/9788595462823.0003>.

AGRAWAL, S.; GUPTA, R. D. School Mapping And Geospatial Analysis Of The Schools In Jasra Development Block Of India, **Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.**, v. XLI-B2, p. 145–150, 2016. Disponível em <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLI-B2-145-2016>, 2016.

BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. M.; GRACIE, R.; MAGALHÃES, M. A.; FONTES, M. P.; SKABA, D. Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências no Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 59-70, mar. 2008. Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742008000100006&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 16 dez. 2025. <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742008000100006>.

BENEVIDES, T. M. **Instrumentos de gestão do desenvolvimento territorial**. Salvador: UFBA, Escola de Administração; Superintendência de Educação a Distância, 2019.

BOLSTAD, P. **GIS Fundamentals: A First Text on Geographic**. 3. ed., White Bear Lake, MN, USA: Eider Press, 2008.

BEZERRA, C.; SCHOLZ, R.; ADEODATO, P.; LUCAS, T.; ATAIDE, I. Evasão Escolar: Aplicando Mineração de Dados para Identificar Variáveis Relevantes. **Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016)**, v. 1, p. 1096, 27 out. 2016.

BRAGHETTO, K. R. **Introdução aos Sistemas de Bancos de Dados**. Aula Modelagem e Implementação de Banco de Dados (Conceitos Introdutórios). USP, 2019. Disponível em: https://paca.ime.usp.br/pluginfile.php/182950/mod_resource/content/1/mac313_aula1.pdf. Acesso em: 27 dez 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública**. Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; Simone M. Santos, Reinaldo Souza-Santos, organizadores. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo Escolar da Educação Básica 2022: Resumo Técnico**. Brasília, 2023.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon Press. 1986

BURROUGH, P. A.; MACDONELL R. **Principles of geographical information systems**. Oxford: Oxford University Press. 1988

CANOAS, Prefeitura de. **GEOCANOAS**. 2019. Disponível em: <https://geo.canoas.rs.gov.br/portal/home/>. Acesso em: 12 set. 2024.

CARNASCIALI, A. M.; DELAZARI, L. S. A localização geográfica como recurso organizacional: utilização de sistemas especialistas para subsidiar a tomada de decisão locacional do setor bancário. **Revista de Administração Contemporânea – RAC**, v. 15, n. 1, p. 103-125, 2011. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1415-6552011000100007>

CASAS, P. F. I. **GEOSim**. 2009. Disponível em: <https://www-eio.upc.es/~pau/?q=node/18>. Acesso em: 15 out. 2024.

CASTANHA, A. P. O Ato Adicional de 1834 na história da educação brasileira. In: **Anais da V Jornada do Histedbr: Instituições Escolares Brasileiras – história, historiografia e práticas**. Sorocaba, 2005. (Disponível em CD-Rom).

CASTRO, M. H. G. D. Sistemas nacionais de avaliação e de informações educacionais. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 121–128, 2000. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000100014>

CHAKHAR, S.; MOUSSEAU, V. Multicriteria Spatial Decision Support Systems. In: **Encyclopedia of GIS**. Boston, MA: Springer US, pp. 753–758, 2008.

CHESINI T. S.; LIMA, V. M.; QUADROS, E. L.; LAHM, R. A. Geoprocessamento e interpretação visual de imagens para analisar políticas educacionais. **Revista Ciências & Ideias**, v. 7, n. 1, 2016. Disponível em <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/424>

CHU, S. Y. **Banco de Dados: organização, sistemas e administração**. São Paulo: Atlas, 1983.

CÓRDOBA, Ministério da Educação. **Mapa de Establecimientos Educativos**. Disponível em: <https://mapascordoba.gob.ar/viewer/mapa/77>. Acesso em: 05 jan. 2024.

COPPOCK, J. T.; RHIND, D. W. M.; DAVID J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. **Geographical Information Systems: Principles and Applications**. Harlow, UK: Longmans. pp. 21–43, 1991.

CORREIO DE SANTA CATARINA. **São José e Florianópolis enfrentam problema de distribuição de vagas em escolas**. 2023. Disponível em: <https://www.correiosc.com.br/sao-jose-e-florianopolis-enfrentam-problema-de-distribuicao-de-vagas-em-escolas/>. Acesso em: 29 dez. 2023.

COUTINHO, E. F.; DASA, J.; BEZERRA, H.; MOREIRA, B. C.; MOREIRA, L. Uma Análise da Evasão em Cursos de Graduação Apoiado por Métricas e Visualização de Dados. **Workshop de Informática na Escola (WIE)**, p. 31–40, 28 out. 2018.

COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 54, n. 11, p. 1441–1455, 1988.

DAVENPORT, T. H.; HARRIS, J. G. **Competição analítica: vencendo através da nova ciência**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

DATE, C. J. **Bancos de dados: fundamentos**. tradução Helio Auro Gouveia. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1985.

_____. **Introdução a Sistemas de Bancos de Dados**. Rio de Janeiro: Ed. Campus 2004

DE CARVALHO, V. D. H.; BARBIRATO, J. C. C.; CIRILO, J. V. A.; POLETO, T. Uma Metodologia Para Sistemas Espaciais De Apoio À Decisão Aplicados À Gestão Da Educação Pública. **Anais 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável: Contrastes, Contradições e Complexidades**. Maceió: Pluris, out 2016.

DENT, B D.; TORGUSON, J. S.; HODLER, T. W. **Cartography: thematic map design**. Ed. 6. McGraw-Hill Education, 2009.

DOMINGUES, C. V.; FRANÇOSO, M. T. Aplicação de geoprocessamento no processo de modernização da gestão municipal. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 60, n. 1, p. 71-78, 2008. Disponível em <https://doi.org/10.14393/rbcv60n1-44884>

DOS SANTOS, G. J.; DE PAULA, E. F. Possibilidades de utilização de informações georreferenciadas para a gestão de sistemas de educação pública: um estudo na cidade de Belo Horizonte. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S. l.], v. 14, n. 6, p. 8824–8848, 2023. DOI: 10.7769/gesec.v14i6.2268. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2268>. Acesso em: 7 mar. 2024.

ECHLOUCHI, K.; OUARDOUZ, M.; BERMOUSSI, A.; BOULAASSAL, H. Smart Geoportal for Efficient Governance: A Case Study Municipality of M'diq. **Lecture Notes in Networks and Systems**, v. 92, p. 237–245, 2020.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Sistemas de Bancos de Dados**. Ed. 6. Pearson, 2011.

ELZAKKER, C. V. Use of maps on the Web. *In*: KRAAK, M. J.; BROWN, A **Webcartography : developments and prospects**. Ed. 1. New York: Taylor and Francis, 2001

ESRI. **Understanding ArcSDE**. CHAPTER 1 - Introducing ArcSDE. ESRI, 2001.

_____. **Virtual Campus Web Course** - Introducing the Geodatabase, Lesson 1 - Geodatabase Basics, 2002.

_____. **Portal for ArcGIS 101: Managing GIS**. 2014. Escrito por Derek Law. Disponível em: <https://www.esri.com/about/newsroom/arcuser/portal-for-arcgis-101/>. Acesso em: 29 dez. 2023.

_____. **Planejar sua configuração do Portal for ArcGIS**. Disponível em: <https://enterprise.arcgis.com/pt-br/portal/latest/install/windows/the-portal-s-role-in-arcgis.htm>. Acesso em: 04 jan. 2024.

_____. **ArcGIS® Experience Builder. 2022**. Disponível em: <https://www.esri.com/content/dam/esrisites/en-us/media/fliers/experience-builder-slick-sheet.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2024.

FIESC. **Florianópolis, a 3ª melhor cidade para viver no Brasil, comemora 350 anos**. 2023. Disponível em: <https://fiesc.com.br/pt-br/imprensa/florianopolis-3a-melhor-cidade-para-viver-no-brasil-comemora-350-anos>. Acesso em: 07 jan. 2024.

FITZ, P. R. Uso De Geotecnologias Para O Planejamento Espacial. **Geografia**, Rio Claro, v. 33, n. 2, p. 307-318, ago. 2008.

GIRIBABU, D.; RAO, S. S.; REDDY, C. S.; RAO, P. V. V. P. Coordination with the Help of Geographical Coordinates: g-governance in india. **Journal Of Map & Geography Libraries**, [S.L.], v. 14, n. 2-3, p. 75-100, 2 set. 2018. Informa UK Limited. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1080/15420353.2019.1623149>.

GEBETSROITHER-GERINGER, E.; STOLLNBERGER, R.; PETERS-ANDERS, J. Interactive Spatial Web-Applications As New Means Of Support For Urban Decision-Making Processes. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. IV-4-W7, n. 4/W7, p. 59–66, 20 set. 2018.

GELLER, T. Imaging the world: the state of online mapping. **IEEE Comput Graph Appl**. v. 27, n. 2, p. 8–13, 2007. Disponível em <https://doi.org/10.1109/MCG.2007.39>

GONÇALVES; FREITAS, A. DE. GeoSeade: geoportal para o estado de São Paulo. **Confin**. v. 40, n. 40, 14 maio 2019.

GONÇALVES, O.; VIRTUDES, A. Smart Urban Planning at Local Scale: e-Master Plan. **KnE Engineering**, v. 5, n. 5, p. 214-227-214–227, 3 maio 2020.

GOMES, S.; DE MELO, F. Y. M. Por Uma Abordagem Espacial Na Gestão De Políticas Educacionais: Equidade Para Superar Desigualdades. **Educación y Sociedad**, v. 42, p. 1–17, 2021.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/florianopolis/panorama>. **Panorama Florianópolis**. 2023. Disponível em:
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/florianopolis/panorama>. Acesso em: 07 jan. 2024.

IESCHECK, A. L.; PAOLAZZI, C.; SLUTER, C.; CAMBOIM, S. Metodologia Para Geração De Bases De Dados Geoespaciais Em Consonância Com A Infraestrutura Nacional De Dados Espaciais (Inde) E Com Os Padrões De Interoperabilidade Do Governo Eletrônico (E-Ping). **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 7, p. 1425–1439, 13 ago. 2016.

INDIA, Department Of School Education & Literacy. Ministry Of Education. **Schools Geo Portal**. Disponível em: <https://schoolgis.nic.in/>. Acesso em: 05 jan. 2024.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2023). **Censo Escolar 2023: Sistema de Consulta à Matrícula**. Brasil. Ministério da Educação. <http://matricula.educacenso.inep.gov.br/>. Acesso em: 22 dez. 2023

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2006. **Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos: GeoBrasil 2006**. Disponível em:
http://www.dpi.inpe.br/TutorialBdGeo_GeoBrasil2006.pdf. Acesso em: 18 dez. 2023

JOSÉ, G.; SANTOS, D.; FERREIRA DE PAULA, E. (2023). Possibilidades de utilização de informações georreferenciadas para a gestão de sistemas de educação pública: um estudo na cidade de Belo Horizonte. **Revista de Gestão e Secretariado** (Management and Administrative Professional Review), v. 14, n. 6, p. 8824–8848. Disponível em: <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i6.2268>

JUNIOR, R.; ORTIZ, J.; DOMICIANO, G.; MARQUES, A. Sistema De Informação Geográfica Participativo - Sig-P: Proposta De Ação Coletiva Em Escolas Públicas Para Governança Urbana. **Geografia**, v. 47, n. 1, p. 1–26, 29 jul. 2022.

KRAAK, M; BROWN, A. **Web Cartography : Developments and Prospects**. London: Taylor & Francis, 2001.

KRAAK, M.; ORMELING, F. **Cartography: Visualization of Geospatial Data**. Ed. 3. Pearson Education, 2010.

LANGLEY, R. The Application of GIS to Education Administration. **International Research in Geographical and Environmental Education**, v. 10, n. 1, p. 92–99, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10382040108667428>

LEWIS, B. G.; GUAN, W. W.; POPLIN, A. Evaluating the Current State of Geospatial Software as a Service Platforms: A Comparison Study. *In*: LEITNER, M., JOKAR ARSANJANI, J. **Citizen Empowered Mapping**. Geotechnologies and the Environment, v. 18. Springer, Cham. 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-51629-5_3

LISBOA FILHO, J.; IOCHPE, C. Modelagem de Bancos de Dados Geográficos. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Cartografia**, 2001.

LONGLEY, P.A.; GOODCHILD, M.F.; MAGUIRE, D.J. **Geographic Information Science and Systems**. Ed. 4. Londres: Wiley, 2015.

MANSOURIAN, A.; TALEAI, M.; FASIHI, A. A web-based spatial decision support system to enhance public participation in urban planning processes. **Journal of Spatial Science**, v. 56, n. 2, p. 269–282, 2011.

MCAFEE, A.; BRYNJOLFSSON, E. **Big Data: The Management Revolution**. Harvard Business Review. 2012

MELO, F. C. C. DE; LIMA, A. K. DA C.; FERREIRA, J. S. C. Decisão De Localização De Escolas Com Uso De Sistema De Informação Geográfica E Análise De Agrupamentos. **HOLOS**, v. 4, p. 272–287, 1 nov. 2018.

MENEGUETTE, A. A. C. Cartografia no Século 21: Revisando conceitos e definições. **Revista Geografia e Pesquisa**, Ourinhos, v.6, n.1, 2012.

NASCIMENTO, R. M. DO; SANTOS NETO, N. F. DOS; COELHO DE OLIVEIRA, D. Análise de acessibilidade e proposta de solução otimizada para a localização das escolas públicas municipais na cidade de Montes Claros – MG. **Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 5, n. 02, p. 531–561, 5 set. 2023.

NASCIMENTO, S. G.; SILVA, J. C.; HANKE, D; ÁVILA, M. R.; MENEGON, B. S. A importância da sistematização de um banco de dados geográficos vetoriais da divisão político-administrativa do município de Dom Pedrito/RS para usos ambientais e agropecuários. **Revista Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v. 13, n. 1, p. 12-23, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.24979/363>

OPENSHAW, S.; ABRAHART, R.J. **GeoComputation**. Londres: Taylor & Francis, 2000

PINA, M. F.; SANTOS, S. M.; CARVALHO, M. S. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados a Saúde**. Organização Panamericana de Saúde (OPAS). Ministério da Saúde. Brasília. 2000.

PMF. Prefeitura de Florianópolis. **Camadas em SIG do mapa**: cadastro. Disponível em: <https://geoportal.pmf.sc.gov.br/downloads/camadas-em-sig-do-mapa>. Acesso em: 17 dez. 2023.

POLETO, T.; DE CARVALHO, V.D.H.; COSTA, A.P.C.S. The Roles of Big Data in the Decision-Support Process: An Empirical Investigation. *In: DELIBAŠIĆ, B., HERNÁNDEZ, J.E., PAPATHANASIOU, J., DARGAM, F., ZARATÉ, P., RIBEIRO, R., LIU, S., LINDEN, I. Lecture Notes in Business Information Processing*, Springer International Publishing, Cham, pp. 10–21, 2015.

SACRAMENTO, I. C. C.; FERNANDES, V. DE O.; FERREIRA, E. DE A. M. Integração Iot E Gis: Uma Revisão Sistemática De Suas Aplicações. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 78, p. 93–116, 4 dez. 2020.

SANTA CATARINA. Lei Complementar nº 754, de 26 de dezembro de 2019. Institui o Programa Estadual de Transporte Escolar da Rede Estadual. **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**: nº 21.169, Florianópolis, SC, ano 135, 27 dez. 2019.

SANTOS ARAÚJO, F.; BIAS DE SOUZA, E.; HOLANDA TERTO DE, M. Proposta De Um Modelo Conceitual De Banco De Dados Geográficos Para O Cadastro Territorial Multifinalitário Do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 3, 2 jun. 2015.

SARAIVA, M.; SILVA, L. P.; BRAGA, C. K. V.; PEREIRA, R. H. M. Transporte urbano e insuficiência de acesso a escolas no Brasil. **Texto para Discussão - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)**, p. 1–65, 24 fev. 2023.

SARIKAYA, A.; CORRELL, M.; BARTRAM, L.R.; TORY, M.; FISHER, D. What Do We Talk About When We Talk About Dashboards? IEEE. **Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 25, p. 682-692, 2019.

SILBERSCHATZ, A.; KORF, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistemas de Banco de Dados**. Ed. 6. Elsevier, 2012.

SILVA, G. A. B.; DAVID, P. L. D.; BIANCHI, G. A utilização do SIG para o planejamento urbano. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 10, n. 21, 19 dez. 2017.

SECOM. **Educação e município de Florianópolis discutem parceria para sanar problema de falta de vagas no Norte da Ilha**. 2023. Disponível em: <https://estado.sc.gov.br/noticias/educacao-e-municipio-de-florianopolis-discutem-parceria-para-sanar-problema-de-falta-de-vagas-no-norte-da-ilha-2/>. Acesso em: 22 jun.2024.

SED/SC, Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina. **HISTÓRICO**. Disponível em: <https://www.sed.sc.gov.br/historico/>. Acesso em: 07 jan. 2024.

_____, Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina. **EDUCAÇÃO NA Palma da Mão**. Disponível em: <https://www.sed.sc.gov.br/educacao-na-palma-da-mao/>. Acesso em: 07 jan. 2024.

SILBERSCHATZ, A.; KORF, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistemas de Banco de Dados**. Ed. 6. Elsevier, 2012.

SHUKLA, Y.; KRISHNAN, R. **Innovative Geospatial Solutions - Key to India's Transport Infrastructure** - 2012. Disponível em:

https://www.researchgate.net/figure/Typical-data-layers-used-in-a-GIS-system_fig6_292971616

TEOREY, T; LIGHTSTONE, S; NADEAU, T; JAGADISH, H.V. **Projeto e Modelagem de Banco de Dados**. Ed. 2. Tradução de Daniel Vieira. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

TOMLINSON, R. F. **Thinking about GIS: Geographic information system planning for managers**. ESRI Press, 2005.

TOMLINSON, R. F. A Geographic Information System for Regional Planning. **Journal of Geography**, v. 78, p. 45-48, 1969.

TSOU, M. H. Revisiting web cartography in the United States: the rise of usercentered design. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 38, n. 3, p.250-257, Jul. 2011.

UDISE+. **About UDISE+: Overview**. Disponível em:

<https://udiseplus.gov.in/#/page/about>. Acesso em: 07 jan. 2024.

UELMEN, J. A.; CLARK, A.; PALMER, J.; KOHLER, J.; VAN DYKE, L. C.; LOW, R.; MAPES, C. D.; CARNEY, R. M. (2023). Global mosquito observations dashboard (GMOD): creating a user-friendly web interface fueled by citizen science to monitor invasive and vector mosquitoes. **International Journal of Health Geographics**, v. 22, n. 1, p. 1–9, 2023. Disponível em

<https://doi.org/10.1186/S12942-023-00350-7/FIGURES/3>

UFES. LABORATÓRIO DE TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA. **Apostila de ArcGis**. Espírito Santo, 2012. Disponível em: <

[http://www.geolab.faed.udesc.br/sites_disciplinas/SIG/Apostilas/Apostila-ArcGIS-\(Geodatabase\).pdf](http://www.geolab.faed.udesc.br/sites_disciplinas/SIG/Apostilas/Apostila-ArcGIS-(Geodatabase).pdf)>. Acesso em: 18 dez. 2023

VEREGIN, H. Data quality parameters. *In*: LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Geographical information systems—Volume I, Principles and technical issues**. Ed. 2. p. 177–189. New York: Wiley, 1999.

ATESTADO DE VERSÃO FINAL

Eu, JULIA CARARO LAZARO, vinculada ao curso de PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO TERRITORIAL E DESENVOLVIMENTO SOCIOAMBIENTAL – MESTRADO, declaro que esta é a versão final de minha DISSERTAÇÃO intitulada: **“ANÁLISE GEOESPACIAL E WEBMAP NO APOIO À GESTÃO EDUCACIONAL: UM ESTUDO PARA A ILHA DE SANTA CATARINA”** sob orientação do professor FRANCISCO HENRIQUE DE OLIVEIRA.

Florianópolis/SC, 03 de fevereiro de 2026.

Assinatura do(a) Estudante

[JULIA CARARO LAZARO]

Assinatura do(a) professor(a) orientador(a)

[FRANCISCO HENRIQUE DE OLIVEIRA]