



**INSTITUTO FEDERAL
ALAGOAS**

**DIRETORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
E TECNOLÓGICA**

Ranieri Carlos Ferreira de Amorim

**TRABALHO FINAL DE CURSO
PROJETO DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL**

**UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS
AMBIENTAIS CAUSADOS PELO CRESCIMENTO URBANO E A DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL NA CIDADE DE MACEIÓ-AL**

ARAPIRACA. AL

2023

Ranieri Carlos Ferreira de Amorim

**UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS
AMBIENTAIS CAUSADOS PELO CRESCIMENTO URBANO E A DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL NA CIDADE DE MACEIÓ-AL**

Trabalho Final de Curso apresentado ao Instituto Federal de Alagoas, Pólo Arapiraca, como requisito parcial para obtenção da formação de especialista em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica.

Orientador: Profº Me. José Aparecido da Silva Gama

ARAPIRACA, AL

2023



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Arapiraca

A524u

Amorim, Ranieri Carlos Ferreira de.

Utilização de imagens de satélite na avaliação dos impactos ambientais causados pelo crescimento urbano e a degradação ambiental na cidade de Maceió-AL / Ranieri Carlos Ferreira de Amorim. – 2023.

1 PDF: il., color., (1 arquivo: 14.929 kB).

Arquivo digital no formato PDF do trabalho acadêmico com 26 folhas.

Orientação: Prof. Me. José Aparecido da Silva Gama.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como projeto de pesquisa, (especialização, Pós-graduação em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus Arapiraca*, Arapiraca, 2023.

1. Impactos ambientais. 2. Urbanização. 3. Imagens de satélite. 4. IVDN. 5. NDVI. I. Título.

CDD: 363.7

Luciete Barbosa da Silva
Bibliotecária CRB-4/1739

Ranieri Carlos Ferreira de Amorim

**UTILIZAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS
AMBIENTAIS CAUSADOS PELO CRESCIMENTO URBANO E A DEGRADAÇÃO
AMBIENTAL NA CIDADE DE MACEIÓ-AL**

Trabalho final de curso apresentado ao Instituto Federal de Alagoas, Pólo Arapiraca, como requisito parcial para obtenção da formação de especialista em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica.

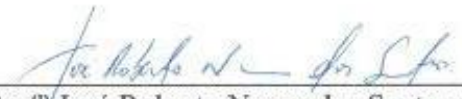
Orientador: Prof^o Me. José Aparecido da Silva Gama

Aprovado em: 14/10/23.

BANCA EXAMINADORA


Prof^o José Aparecido da Silva Gama (Orientador)
Instituto Federal de Alagoas


Prof^o José Jenivaldo de Melo irmão (Membro)
Instituto Federal de Alagoas


Prof^o José Roberto Nunes dos Santos (Membro)
Instituto Federal de Alagoas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Imagens de satélites utilizadas e seus respectivos sensores	17
Tabela 2 -	Descrição das bandas para cada sensor utilizado	17
Tabela 3 -	Intervalos de valores das classes de uso do solo	19
Tabela 4 -	Percentual de diminuição da vegetação da área de estudo	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo	16
Figura 2 - Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) para alguns bairros da cidade de Maceió – AL no entorno da Lagoa Mundaú para o ano de 1977	21
Figura 3 - Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) para alguns bairros da cidade de Maceió – AL no entorno da Lagoa Mundaú para o ano de 1990	21
Figura 4 - Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) para alguns bairros da cidade de Maceió – AL no entorno da Lagoa Mundaú para o ano de 2000	22
Figura 5 - Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) para alguns bairros da cidade de Maceió – AL no entorno da Lagoa Mundaú para o ano de 2010	22
Figura 6 - Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) para alguns bairros da cidade de Maceió – AL no entorno da Lagoa Mundaú para o ano de 2022	23

SUMÁRIO

1. Introdução	10
2. Objetivos	11
2.1 Geral	11
2.2 Específicos	12
3. Justificativa	12
4. Fundamentação teórica	12
4.1 Intervenção pedagógica na educação profissional	12
4.2 Urbanização x impactos ambientais	13
5. Metodologia	15
4.1 Preparação do ambiente	15
4.2 Organização das atividades	15
4.3 Desenvolvimento das atividades	16
4.4 Recursos necessários	19
4.5 Forma de avaliação das atividades de intervenção contidas na proposta pedagógica	19
5. Resultados Esperados:	20
5.1 Análise e mitigação dos impactos	24
6. Referências	24

1. INTRODUÇÃO

A urbanização é a transformação de áreas rurais e áreas de vegetação nativa em urbanas, geralmente acompanhada por crescimento populacional e desenvolvimento de infraestruturas. No entanto, a urbanização tem várias consequências ambientais como: perda de habitats naturais, poluição, mudanças climáticas e escassez de recursos.

A expansão urbana é um fenômeno comum que ganha cada vez mais proeminência nas áreas urbanas ao redor do globo. Essa tendência tem sido inextricavelmente ligada a uma série de impactos ambientais de magnitude considerável. Um dos desafios imprescindíveis na gestão efetiva desses impactos reside na capacidade de realizar uma avaliação precisa e abrangente dos efeitos resultantes da expansão urbana sobre regiões sensíveis. Estas últimas frequentemente enfrentam alterações substanciais na sua paisagem e nos seus ecossistemas intrínsecos. Tal dinâmica pode culminar na deterioração da qualidade ambiental e na diminuição da sustentabilidade dessas áreas, como discutido por Almeida (2015).

Segundo Bispo e Levino (2011) o aumento da urbanização e do número de habitantes nas áreas urbanas faz crescer a degradação do meio ambiente, pois a urbanização traz mudanças e impactos ao meio ambiente, ao ser humano, a economia e a vida social. Já Bobadilho (2014) afirma que o consumo de espaços estratégicos nas cidades, quase sempre próximo aos rios, traz consigo a degradação da qualidade da água e a perturbação do ecossistema, além de subjugar a qualidade de vida das comunidades adjacentes.

Nesse contexto, o uso de imagens de satélite tem se mostrado uma ferramenta poderosa e eficaz para a avaliação dos impactos ambientais decorrentes da expansão urbana em áreas ribeirinhas, como as margens da Lagoa Mundaú. As imagens de satélite fornecem uma visão detalhada e abrangente das mudanças no uso e cobertura do solo ao longo do tempo, permitindo a identificação e análise dos impactos causados pela expansão urbana.

Alguns estudos têm explorado a utilização de imagens de satélite nesse contexto, buscando compreender e quantificar os impactos ambientais específicos decorrentes da expansão urbana. Esses estudos utilizam técnicas de sensoriamento

remoto, como a classificação de imagens, a análise de métricas ambientais e a detecção de mudanças no uso da terra, a fim de obter informações precisas sobre as alterações ocorridas da urbanização na região (Batista et al., 2021; Correia Filho et al., 2021). Desse modo, entender como esse processo de uso e ocupação do solo influencia diretamente e indiretamente nos impactos ambientais que ocorreram nesta área lagunar é fundamental para que se tenha uma gestão dos recursos ambientais deste bioma, como também a mitigação dos impactos ambientais. Assim, o objetivo deste trabalho é utilizar imagens de satélite e técnicas de sensoriamento remoto para identificar os possíveis impactos ambientais causados pela expansão urbana para alguns bairros de Maceió.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Proporcionar aos alunos do curso técnico em meio ambiente uma experiência prática e aprofundada no uso de ferramentas ambientais no software QGIS, para que os mesmos sejam capazes de realizar uma pesquisa científica por meio de análise ambiental espacial. A atividade envolve a análise da variação dos aspectos ambientais nos bairros da parte baixa de Maceió - AL, ao redor da lagoa Mundaú, dos anos de 1977 1990, 2000, 2010 e 2022, utilizando imagens de satélite para avaliar as mudanças no uso e cobertura do solo e identificar possíveis impactos ambientais.

2.2 Específicos

- ✓ Obter as imagens de satélite dos sensores Landsat 2 e 5 e do sensor CERBS 4A da região de estudo correspondentes aos períodos anteriores e atuais para uma melhor análise das variações ocorridas no meio ambiente;
- ✓ Classificar as tipologias de uso e cobertura do solo nas imagens de satélite usando a ferramenta de classificação supervisionada;
- ✓ Criar mapas temáticos de uso e cobertura do solo da região de estudo;

- ✓ Identificar nos mapas desenvolvidos as ocorrências de variações ambientais ao longo do período de estudo;
- ✓ Analisar os resultados de cada mapa produzido indicando quais os impactos ambientais ocorridos ao longo do período analisado.

3. JUSTIFICATIVA

A capacitação dos alunos no uso de ferramentas ambientais no QGIS não apenas enriquecerá seu aprendizado, mas também os preparará para enfrentar desafios ambientais futuros. Ao integrar essa abordagem inovadora no currículo, estaremos promovendo uma educação mais relevante, prática e alinhada com as demandas da sociedade contemporânea. Este projeto de intervenção pedagógica não apenas beneficiará os alunos, mas também contribuirá para a construção de uma sociedade mais consciente e sustentável. A Proposta de Intervenção será aplicada na turma do terceiro ano do curso médio técnico integrado em Meio Ambiente que estão cursando a disciplina de Impactos Ambientais. O projeto permitirá que os alunos adquiram habilidades técnicas valiosas, como a manipulação de dados espaciais, a criação de mapas temáticos e a análise de padrões geográficos.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1. Intervenção pedagógica na educação profissional

A intervenção pedagógica na perspectiva educacional é um ato que marca constantemente os processos de construção de conhecimento dos alunos. Segundo Freire (1987), o diálogo é a base desse processo, pois apenas por meio dele, envolvendo um pensar crítico, ocorre uma verdadeira comunicação entre educador e educando. A intervenção é o que determina se o conhecimento está sendo construído em conjunto ou simplesmente repassado de forma unilateral. O diálogo é a essência da educação, permitindo uma interação entre educador e educando que os torna sujeitos do processo de aprendizagem, favorecendo o crescimento conjunto em uma relação horizontal, sem imposições.

O professor deve ensinar. É, preciso fazê-lo. Só que ensinar não é transmitir conhecimento. Para que o ato de ensinar se constitua como tal, é preciso que o ato de aprender seja precedido do, ou concomitante ao, ato de apreender o conteúdo ou o objeto cognoscível, com que o educando se torna produtor também do conhecimento que lhe foi ensinado. (Freire, 1993, p.79).

O texto destaca que, quando o conhecimento é transferido de forma unilateral, a educação assume um papel de narração, onde o professor simplesmente repassa os conteúdos aos alunos, resultando em uma memorização mecânica, Freire (1987). Isso cria uma visão de educação como um ato de repassar informações nos educandos, tornando-os meros receptores do conhecimento do educador, caracterizando uma abordagem positiva da educação. Nesse modelo, o professor é visto como o detentor do saber, e os alunos como vazios a serem preenchidos. Esse processo de transferência não permite espaço para a busca, reflexão e criação no processo tanto de aprender quanto de ensinar.

A abordagem de Vygotsky (2003, p. 296) ressalta que quando o papel do professor se limita à mera transmissão de conhecimento, sua função pode ser prontamente suplantada por recursos como manuais, dicionários, mapas ou mesmo excursões. Esse cenário sublinha a concepção de que a atuação do professor transcende a simples oferta de informações, demandando que ele assuma um papel de maior envergadura na orientação do processo de aprendizado. O professor, portanto, deve desempenhar um papel central na mediação do percurso educativo, fomentando ativamente a construção do saber pelos alunos.

4.2. Urbanização x impactos ambientais

O processo de urbanização é marcado pelo crescimento populacional decorrente do êxodo rural em busca de melhores oportunidades de emprego e serviços básicos nas áreas urbanas. Contudo, a falta de qualificação da mão de obra e a automação nas indústrias aumentaram o desemprego, levando parte da população a ocupar áreas irregulares nas cidades, onde a infraestrutura é precária. Esse crescimento desordenado resultou na ocupação de regiões ambientalmente sensíveis, como áreas de recarga de aquíferos, encostas e margens de corpos d'água. A falta de planejamento e preparação adequados tem levado à carência de

infraestrutura nos centros urbanos. O aumento populacional demanda novas áreas habitacionais, ampliando o território urbano e afetando o meio ambiente (Silva & Sousa, 2009; Nascimento & Matias, 2011). MELO (2010, p.22) afirma que:

Em muitas cidades brasileiras as áreas ambientalmente frágeis (protegidas ou não por lei) perderam as suas funções originais ambientais, devido o avanço da ocupação urbana. Das muitas formas da ocupação urbana nessas áreas (vias de transportes, área de lazer, loteamentos clandestinos de alta e média renda) considera-se que os assentamentos da população de baixa renda representam as circunstâncias de maior gravidade dado o risco à vida (enchentes, deslizamentos) e a insalubridade presente nessas situações.

O crescimento dos aglomerados metropolitanos levou a um elevado consumo de recursos ambientais e à degradação do meio ambiente. Transformações humanas têm potencial para causar impactos ambientais, conforme indicado por Alves (2017). O aumento das áreas urbanas, veículos automotivos, uso irresponsável dos recursos naturais, consumo excessivo de bens e resíduos sólidos são fatores que contribuem para essa degradação. Medidas sustentáveis são essenciais para minimizar esses impactos negativos.

A intervenção pedagógica na educação profissional na área de meio ambiente é uma abordagem essencial para formar profissionais capacitados a lidar com os desafios ambientais contemporâneos. O foco dessa prática educativa é preparar os estudantes para atuarem de forma sustentável e responsável, promovendo a preservação dos recursos naturais, a conservação da biodiversidade e a mitigação dos impactos ambientais causados pelas atividades humanas Alves (2017).

Esse empenho educacional tem o poder de catalisar transformações comportamentais que, por sua vez, gerarão um futuro caracterizado por maior sustentabilidade, tanto no tocante à integridade ambiental quanto à viabilidade econômica, contribuindo também para uma sociedade mais equitativa, abarcando tanto as gerações presentes quanto as vindouras. Isso sinaliza a emergência de uma nova perspectiva educacional que se propõe a fornecer ferramentas para que pessoas de todas as faixas etárias compreendam de maneira mais profunda o cenário que as circunda. Essa abordagem lida com a intrincada teia de interconexões que permeiam problemas como pobreza, exploração desmedida, degradação ambiental, urbanização deteriorada, bem-estar, atritos sociais e violações dos direitos humanos,

que no presente momento figuram como ameaças iminentes ao nosso porvir (UNESCO, 2023).

5. METODOLOGIA

5.1. Preparação do ambiente

A atividade consistirá em um treinamento para ensinar os alunos a baixar as imagens de satélite e como usar as ferramentas de análise ambiental do QGIs, assim como a elaborar mapas de uso e cobertura do solo da região de estudo. Tal atividade será realizada no laboratório de informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas - Campus Marechal Deodoro.

5.2. Organização das atividades

O Laboratório onde o treinamento será realizado é climatizado e conta com computadores com o software QGis já instalado e quadro branco. Esse treinamento será ministrado para os alunos do terceiro ano que estão cursando a disciplina "Impactos Ambientais (COD. IMPA) e que já cursaram a disciplina de Geoprocessamento no ano letivo anterior. A turma é formada por 30 alunos, assim, serão distribuídos dois em cada máquina, uma vez que o laboratório conta apenas com 15 máquinas ao todo.

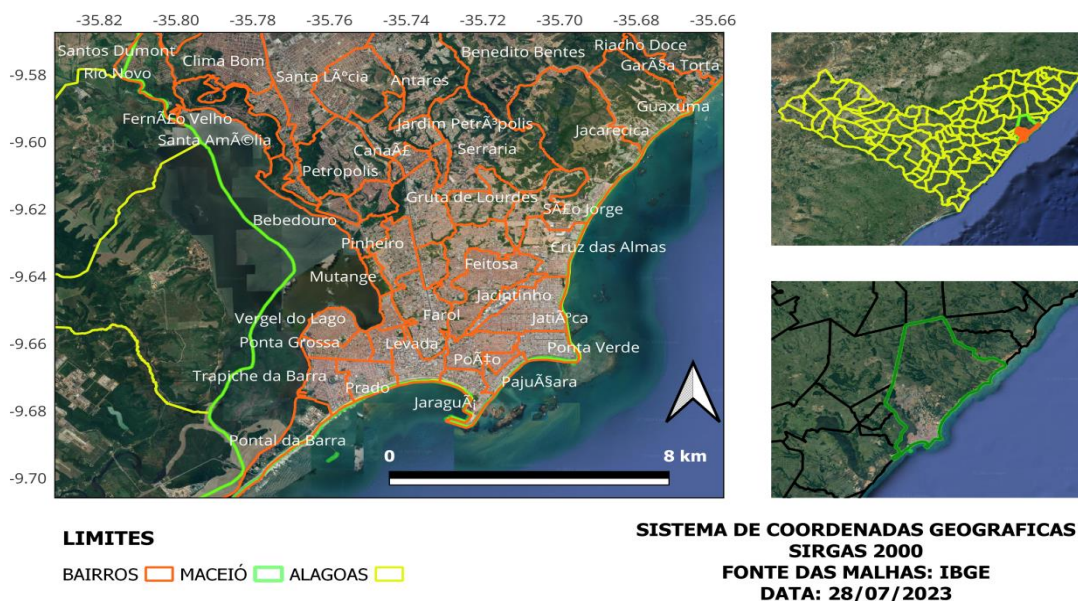
Durante o treinamento será mostrado aos alunos como obter as imagens de satélite da região de estudo, e como classificar as tipologias de uso e cobertura do solo nas imagens usando a ferramenta de classificação dentro do software QGIS e calculando o índice de vegetação para gerar mapas com as classes de cobertura do solo. Em seguida, será ensinado aos alunos como fazer o layout dos mapas gerados, para posterior análise e assim identificar as ocorrências de variações ambientais ao longo do período de estudo, levando em consideração períodos anteriores e atuais. Por fim, os alunos serão estimulados a analisar os resultados dos mapas produzidos indicando quais impactos ambientais, com relação a vegetação nativa, podem ser observados ao longo do período analisado.

5.3 Desenvolvimento das atividades

Será mostrado aos alunos como fazer o download das imagens de satélite no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, que estão disponíveis, de forma gratuita, no endereço eletrônico <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/index.php>. Para baixar as imagens os alunos precisarão fazer um cadastro na plataforma e assim ter acesso ao catálogo, uma vez que o meio de envio padrão das imagens (gratuitas) é por transferência de arquivos (FTP) via e-mail.

Será determinada como área de estudo alguns bairros da parte baixa da cidade de Maceió, AL as margens da Lagoa Mundaú (Figura 1). O período escolhido para análise serão os anos de 1977, 1990, 2000, 2010 e 2022, para melhor avaliar as transformações ocorridas ao longo do tempo no meio ambiente dentro da área de estudo.

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte Elaboração própria

A escolha da data das imagens utilizadas, bem como o Satélite (sensor) gerador da imagem para cada ano do período analisado, será feita usando como critérios a menor ou nenhuma cobertura de nuvens, para assim, facilitar a classificação da cobertura do solo, bem como, se a cena da imagem abrange a cidade

de Maceió. Desse modo, serão utilizadas as seguintes imagens para cada ano, conforme tabela abaixo:

Tabela 1 – Imagens de satélites utilizadas e seus respectivos sensores

ANO	Satélite	Sensor	Data da imagem	Resolução Espacial
1977	LANDSAT 2	MSS*	11/10/1977	80m
1990	LANDSAT 5	TM**	11/06/1990	30m
2000	LANDSAT 5	TM**	31/12/2000	30m
2010	LANDSAT 5	TM**	08/10/2010	30m
2022	CERBS 4A	WPM**	06/10/2022	8m

* MSS - Multispectral Scanner

** TM - Thematic Mapper

*** WPM - Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura

As imagens são geradas em bandas do espectro eletromagnético, na faixa do Visível e infravermelho, de acordo com a sua resposta espectral a superfície terrestre e cada sensor tem um número específico de bandas conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição das bandas para cada sensor utilizado

Sensor	Banda
MSS	B4 (Verde)
	B5 (Vermelho)
	B6 (Infravermelho Próximo)
	B7 (Infravermelho Próximo)
	B8 (Infravermelho Termal)
TM	B1 (Azul)
	B2 (Verde)
	B3 (Vermelho)
	B4 (Infravermelho Próximo)
	B5 (Infravermelho Médio)
	B6 (Infravermelho Termal)
	B7 (Infravermelho Médio)
WPM	B1 (Azul)
	B2 Verde
	B3 Vermelho
	B4 Infravermelho Próximo
	B5 Pancromática

Fonte: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes>

Originalmente, as imagens estão referenciadas no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), com o Datum WGS 84. Então, após o download, os alunos serão orientados a abrirem as imagens dentro do software de geoprocessamento QGIS, versão 3.28, e, inicialmente, farão a reprojeção dessas imagens para o Datum SIRGAS 2000, que é o sistema geocêntrico de referência unificado para todo o território sul-americano. Esse procedimento será realizado usando a ferramenta “Reprojetar Coordenadas” do QGIS, dentro da caixa de ferramentas “Projeções” na aba Raster e esse processo será executado em “Lote”, ou seja, todas as bandas de uma só vez, para maximizar o tempo do treinamento, bem como para evitar processos repetitivos.

Em seguida, será mostrado aos alunos como recortar a imagem, para abranger apenas a área de interesse, uma vez que a cena das imagens de satélite pode imagear uma área muito grande, chegando até 600Km. Esse procedimento foi feito usando a ferramenta “Recortar Raster pela Extensão”, ferramenta essa que faz parte da caixa de ferramentas do algoritmo GDAL e esse processo também será executado em “Lote” para cada ano, agilizando assim o processo.

Depois de recortada, o passo seguinte será ensinar aos alunos a calcular o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN), mais conhecido como NDVI da sigla em inglês (Normalized Difference Vegetation Index), através da álgebra de mapas usando a “Calculadora Raster” de acordo com a seguinte expressão:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Onde:

NIR – Banda do Infravermelho Próximo

RED – Banda do vermelho

Por último, após o desenvolvimento dos mapas de índice de vegetação, os alunos aprenderão como classificar a cobertura do solo usando a simbologia nas propriedades da imagem. Cada imagem foi classificada levando em consideração três classes de uso e cobertura do solo: Água, Área Urbana e Vegetação, sendo a classe “área urbana” equivalente as classes áreas urbana e solo exposto somadas, Santiago

& Gomes, 2016; Correia Filho *et al.*, 2019. Essas classes são identificadas a partir do valor do pixel da imagem que varia entre -1 a +1, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Intervalos de valores das classes de uso do solo

Classes	Intervalos
Água	-1 - 0
Área Urbana	0,1 - 0,60
Vegetação	0,61 - 1

Depois de feita a classificação de uso e cobertura do solo para cada ano estudado, os alunos analisaram quais mudanças podem ser percebidas na vegetação e quais os impactos ocorridos devido a mudança da cobertura vegetal.

5.4 Recursos necessários

- ✓ Material didático: Apostila sobre o software QGis mostrando os principais comandos utilizados em análise ambiental para usar durante o treinamento que será dado aos alunos.
- ✓ Equipamentos e instrumentos: Computadores com o software QGis instalado.
- ✓ Projetor de slides para ser usado durante o treinamento, que acontecerá no laboratório de informática no horário da aula da disciplina Impactos Ambientais.

5.5 Forma de avaliação das atividades de intervenção contidas na Proposta pedagógica

Os alunos construirão mapas de uso e cobertura do solo da região em estudo para o período analisado, utilizando as ferramentas aprendidas durante o treinamento e fizeram uma análise desses mapas identificando qual tipo de impacto ambiental foi observado, como esse problema ambiental pode ser resolvido e qual a melhor forma de mitigação. Foram avaliados com os seguintes critérios:

- ✓ O uso correto das ferramentas de aprendizagem (Software QGis) na construção dos mapas;

- ✓ O resultado final desenvolvido nessa prática (mapa) levando em consideração se o aluno usou todos os recursos disponíveis no software para isso e colocou todos os elementos do mapa;
- ✓ E se o aluno conseguiu identificar corretamente os impactos ambientais através da análise dos mapas gerados.

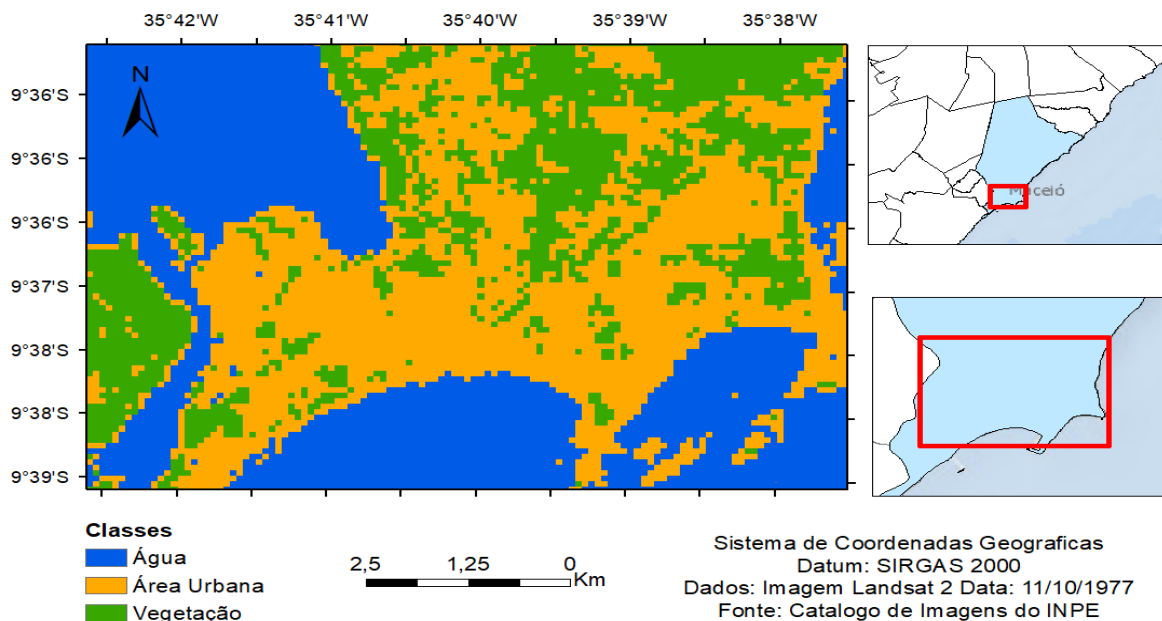
6. RESULTADOS ESPERADOS

Após o treinamento, os alunos deverão ser capazes de produzir mapas de uso e cobertura do solo, bem como fazer uma análise ambiental conforme os resultados a seguir.

As Figuras 2 a 6 mostrará aos alunos as classes de cobertura do solo de acordo com o índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN) na área de estudo (bairros da parte baixa de Maceió situados a margem da lagoa Mundaú) correspondente aos anos de 1977, 1990, 2000, 2010 e 2022. Tal índice é sensível a quantidade e a condição da vegetação verde, possibilitando perceber se houve ou não desmatamento na área analisada. Fazendo uma comparação temporal para o período estudado, podemos observar, que em todos os anos avaliados, ocorreu uma diminuição da vegetação natural, dando lugar a urbanização sem planejamento, fazendo com que ocorresse um impacto ambiental significativo, principalmente para o corpo d'água, com a destruição da mata ciliar.

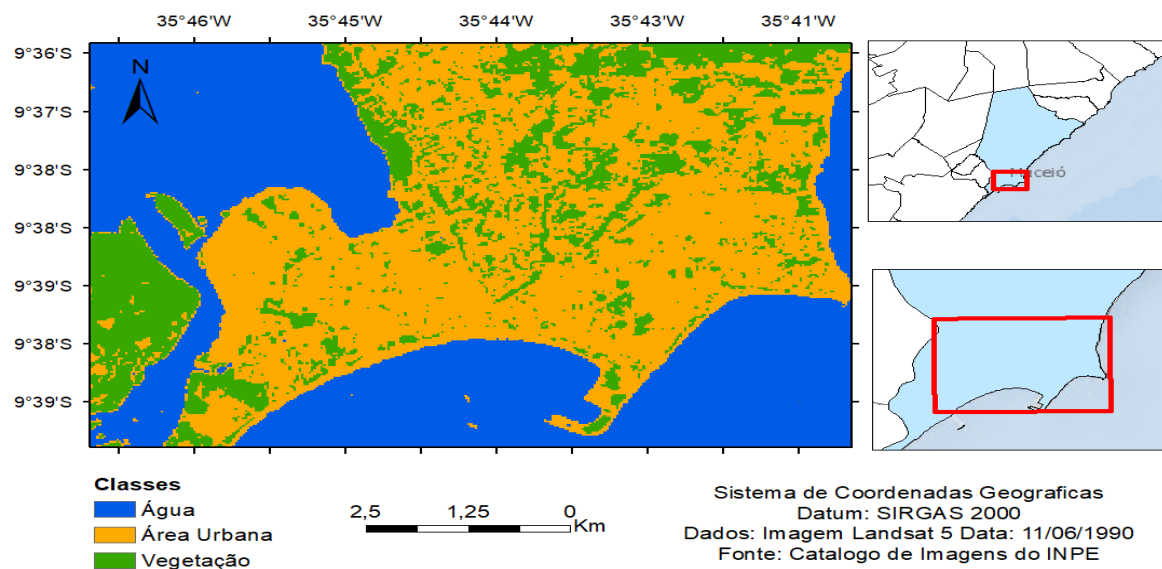
Levando em consideração a presença da vegetação no ano de 1977 (Figura 2) e em 2022 (Figura 6), embora já houvesse uma urbanização considerável no primeiro ano, o número de pixels com cobertura total de vegetação era significativo, mostrando que ainda existia alguns trechos de mata ciliar ao redor da lagoa e fragmentos de mata atlântica por toda a área estudada, sendo a diminuição dessa classe de cobertura do solo, bastante perceptível 45 anos depois (2022), mostrando que a urbanização provocou tal desmatamento. Pode-se dizer que essa afirmação é verdadeira quando observamos o mapa para o ano de 2022, pois o mesmo foi construído usando imagem de satélite com uma alta resolução espacial (pixels com área de 2m x 2m), sendo possível ver os detalhes desse aumento da área urbana e diminuição da vegetação nativa, principalmente nas porções norte e central da área analisada, assim como na orla lagunar.

Figura 2. Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) para alguns bairros da cidade de Maceió – AL no entorno da Lagoa Mundaú para o ano de 1977



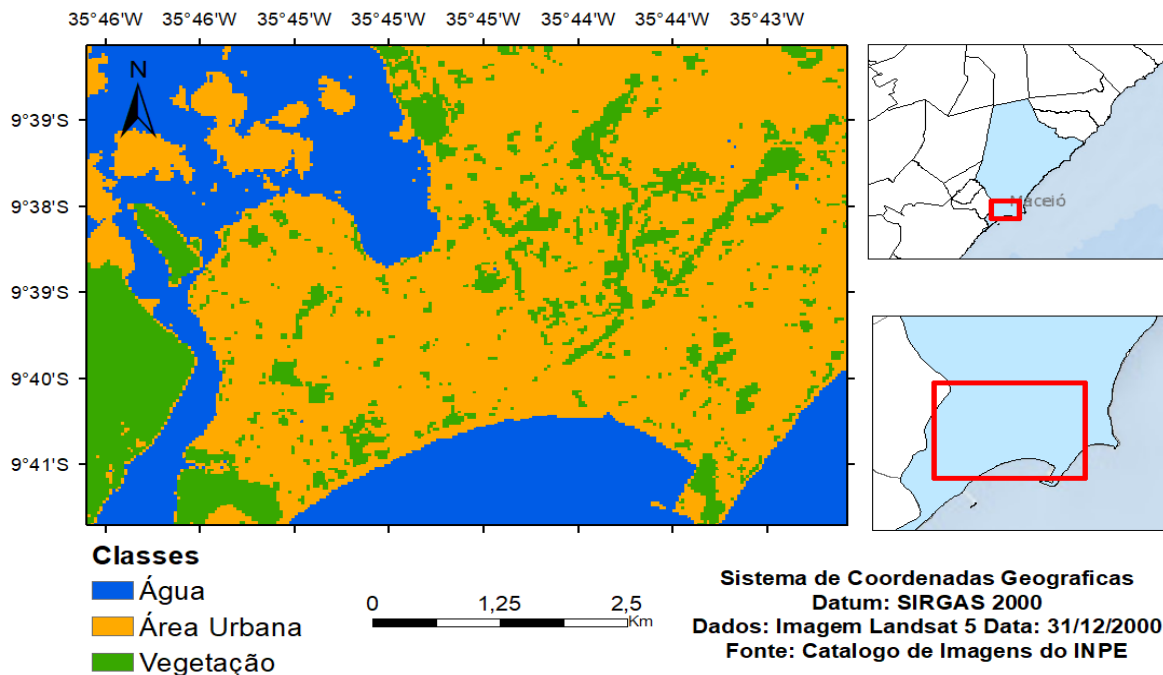
Fonte: Elaboração própria

Figura 3. Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) para alguns bairros da cidade de Maceió – AL no entorno da Lagoa Mundaú para o ano de 1990



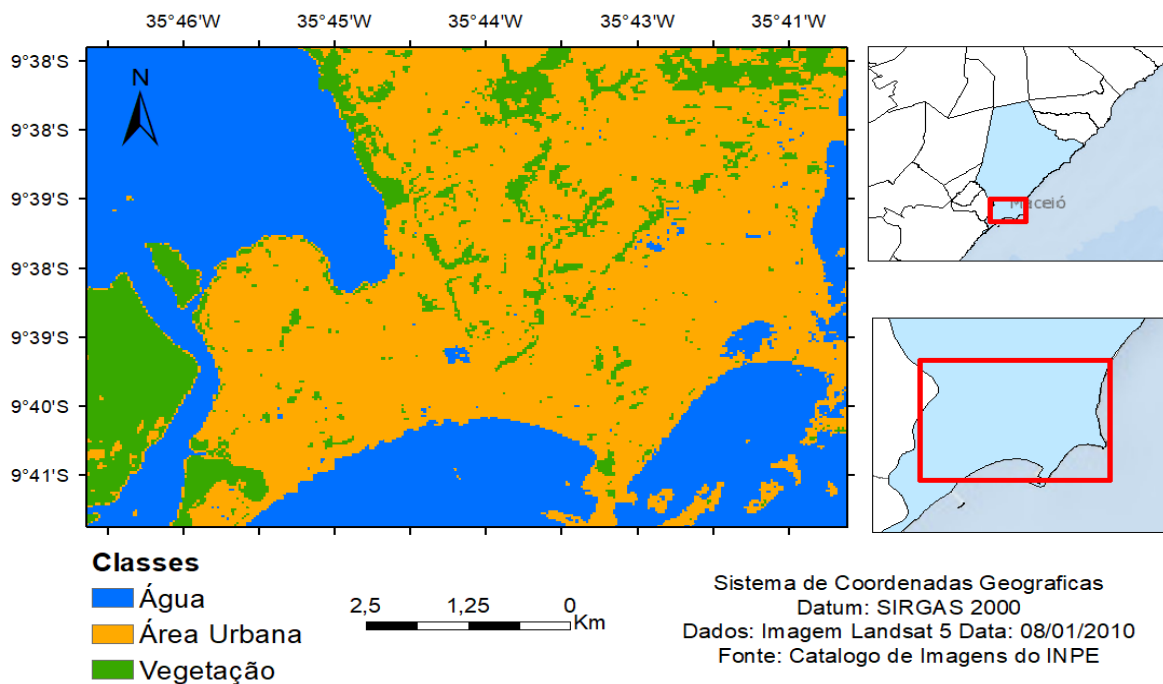
Fonte: Elaboração própria

Figura 4. Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) para alguns bairros da cidade de Maceió – AL no entorno da Lagoa Mundaú para o ano de 2000



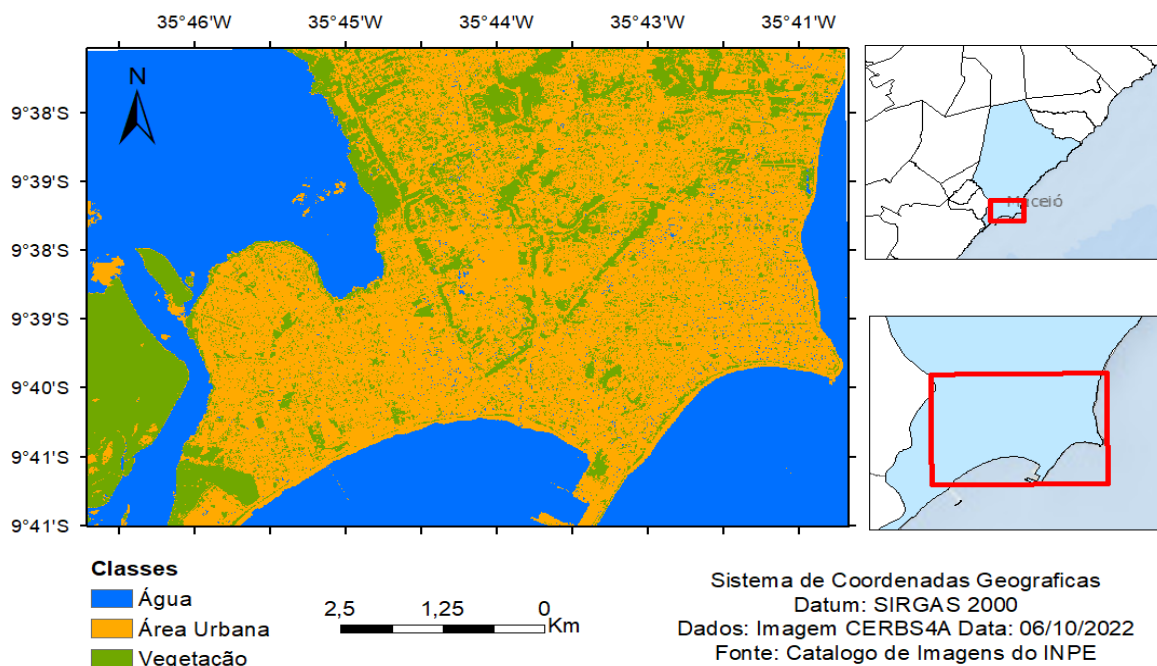
Fonte: Elaboração própria

Figura 5. Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) para alguns bairros da cidade de Maceió – AL no entorno da Lagoa Mundaú para o ano de 2010



Fonte: Elaboração própria

Figura 6. Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) para alguns bairros da cidade de Maceió – AL no entorno da Lagoa Mundaú para o ano de 2022



Fonte: Elaboração própria

De acordo com a tabela abaixo, entre os anos de 1977 e 2022, ocorreram mudanças significativas na cobertura do solo da região de estudo. A área de vegetação encolheu de 16,01 km² para 11 km², indicando uma diminuição notável. Em contrapartida, a área urbanizada experimentou um aumento considerável, passando de 22,48 km² para 26,41 km². Esses dados refletem uma transformação na paisagem ao longo desses anos, com uma redução na área de vegetação e um correspondente aumento nas áreas urbanas.

Tabela 4 – Percentual de diminuição da vegetação da área de estudo

Classes	Área (Km ²)	
	1977	2022
Vegetação	16,01	11,00
Área Urbana	22,48	26,41

6.1 – Análise e mitigação dos Impactos

Será realizada análise abordando que o desmatamento da mata ciliar ao redor da Lagoa Mundaú traz impactos ambientais significativos que afetam não apenas a própria lagoa, mas também toda a ecologia da região circundante, uma vez que ela desempenha um papel crítico na proteção e na saúde dos ecossistemas aquáticos. Por isso, a preservação da mata ciliar não apenas mantém a biodiversidade e a qualidade da água, mas também contribui para o bem-estar das comunidades locais que dependem dos recursos naturais da lagoa. Da mesma forma que o desmatamento da Mata Atlântica traz uma série de impactos ambientais significativos.

A Mata Atlântica é uma das florestas mais biodiversas do mundo e desempenha um papel fundamental na regulação climática, manutenção dos recursos hídricos e na conservação da fauna e flora. Portanto, para mitigar esses impactos ambientais, é essencial adotar medidas de conservação e restauração, tanto da mata ciliar ao redor da Lagoa Mundaú, quanto dos fragmentos de Mata Atlântica ainda existente, implementando políticas de proteção ambiental, regulamentação do uso da terra, educação ambiental da comunidade e projetos de restauração ecológica que visem recuperar as áreas degradadas, assim como a criação de unidades de conservação, estabelecer uma fiscalização eficaz e promover incentivos à restauração ecológica e a recuperação desses importantes ecossistemas.

7. REFERÊNCIAS

Almeida, A., & Neto, J. (2015). **Análise do processo de urbanização e impermeabilização do solo da bacia endorreica do Tabuleiro do Martins, Maceió-AL**. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 12 p.

Alves, F. R. (2017). **Impactos Ambientais das Transformações Humanas**. Editora X.

BATISTA, Bárbara Alves; Correia Filho, Washington Luiz Félix; Oliveira-Júnior, José Francisco De; Santiago, Dimas De Barros; Santos, Carla Taciane Dos. Avaliação da

expansão urbana na Cidade de Maceió, Alagoas - Nordeste do Brasil. **Research, Society And Development**, v. 10, p. e253101119537, 2021.

BISPO, Telma Cavalcante, LEVINO, Natallya de Almeida. **Impactos Ambientais decorrentes do uso e ocupação desordenado do solo: um estudo da região da periferia de Maceió-AL**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. XXXI. 2011, Belo Horizonte.

BOBADILHO, Rosani Sola. **A problemática dos rios urbanos costeiros: entraves e possibilidades para a qualidade ambiental e social**. 2014. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2014.

Correia Filho, W. L. F.; Santiago, D. B.; Oliveira-Junior, J. F.; Silva Junior, C. A.; Oliveira, S. R. S.; Silva, E. B.; Teodoro, P. E. Analysis of environmental degradation in Maceió-Alagoas, Brazil via orbital sensors: A proposal for landscape intervention based on urban afforestation. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 24, p. 100621, 2021.

FREIRE, Paulo. **Medo e Ousadia - o cotidiano do professor**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. **Professora sim, tia não: cartas a quem ousa ensinar**. São Paulo: Olho D'Água, 1993.

MELO, Tainá Silva. **A localização dos pobres nas cidades brasileiras: um estudo sobre a situação dos assentamentos humanos às margens da Lagoa Mundaú em Maceió, Alagoas**. 2010. 199 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2010.

NASCIMENTO, E. e MATIAS, L. F. (2011). Expansão urbana e desigualdade socioespacial: uma análise da cidade de Ponta Grossa (PR). **RA´E GA – O Espaço Geográfico em Análise**, nº 23, pp. 65-97.

Santiago D. B., & Gomes H. B. (2016). Estudo de Ilhas de Calor no Município de Maceió/AL, por meio de Dados Orbitais do Landsat 5. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 9, 793-803.

Silva, E., & Sousa, V. (2009). A ocupação irregular do solo urbano como fator de degradação ambiental. **Revista Ambiente & Água**, 4(1), 89-103.

UNESCO. **Educação para o desenvolvimento sustentável**. [s.d.]. Disponível em: <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/brasil/expertise/education-sustainable-development>. Acesso em: 25 jul. 2023.

VYGOTSKY, Lev S. **Psicologia Pedagógica** - Edição Comentada. Porto Alegre: Artes Médicas, 2003.