



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ISAMARA GOMES GUILHERME

**INTEGRAÇÃO DO GOOGLE EARTH COM O CIVIL 3D PARA ELABORAÇÃO DE
PROJETOS DE RODOVIAS: ESTUDO DE CASO NA DUPLICAÇÃO DA BR-304
ENTRE ASSÚ E MOSSORÓ**

ANGICOS

2024

ISAMARA GOMES GUILHERME

**INTEGRAÇÃO DO GOOGLE EARTH COM O CIVIL 3D PARA ELABORAÇÃO DE
PROJETOS DE RODOVIAS: ESTUDO DE CASO NA DUPLICAÇÃO DA BR-304
ENTRE ASSÚ E MOSSORÓ**

Trabalho Final de Graduação apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Luís Henrique Gonçalves
Costa

ANGICOS

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

GG956 Guilherme, Isamara Gomes.
i INTEGRAÇÃO DO GOOGLE EARTH COM O CIVIL 3D PARA
 ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE RODOVIAS: ESTUDO DE
 CASO NA DUPLICAÇÃO DA BR-304 ENTRE ASSÚ E MOSSORÓ /
 Isamara Gomes Guilherme. - 2024.
 49 f. : il.

 Orientador: Luís Henrique Gonçalves Costa Costa.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de , 2024.

 1. Rodovia. 2. BR. 3. Google Earth Pro. 4.
 Autocad Civil 3D. 5. Duplicação de Rodovia. I.
 Costa, Luís Henrique Gonçalves Costa, orient. II.
 Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ISAMARA GOMES GUILHERME

**INTEGRAÇÃO DO GOOGLE EARTH COM O CIVIL 3D PARA ELABORAÇÃO DE
PROJETOS DE RODOVIAS: ESTUDO DE CASO NA DUPLICAÇÃO DA BR-304
ENTRE ASSÚ E MOSSORÓ**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 19 / 04 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **LUIS HENRIQUE GONCALVES COSTA**
Data: 25/04/2024 07:35:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luís Henrique Gonçalves Costa (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **KLEBER CAVALCANTI CABRAL**
Data: 25/04/2024 07:40:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Kléber Cavalcanti Cabral (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 **ARTHUR GOMES DANTAS DE ARAUJO**
Data: 25/04/2024 08:00:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Arthur Gomes Dantas de Araújo (UFERSA)
Membro Examinador

À minhas irmãs Isabela e Isanna, que compartilham comigo a mesma história de viagens na BR-304 em busca de realizar seus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar meu caminho nessa trajetória, fazer com que meus objetivos fossem alcançados, e por ter me dado determinação para não desanimar durante a criação deste projeto.

Agradeço aos meus pais Wesley (in memoriam) e Elvira por terem me dado a vida, e me criado com tanto carinho e afeto, por sempre acreditarem em meu potencial, e me incentivarem academicamente.

Agradeço a minha bisavó Mariana, que é sinônimo de bondade, alegria e calma, aquecendo qualquer coração, um ser determinado que continua estudando e pintando. Obrigada por todo amor, cafuné e compreensão.

Agradeço a minhas avós Izabel e Maria das Graças, cuja força, determinação e coragem são exemplos para todos.

Agradeço ao Orientador Luís Henrique por acreditar na minha capacidade e por conduzir o trabalho com paciência e dedicação, por estar presente e solícito a qualquer momento, sendo um exemplo de docente, uma pessoa íntegra, gentil e justa.

Agradeço a Banca Examinadora Arthur e Kleber por disponibilizar seu tempo. A todos os docentes, técnicos e terceirizados que compõem a Universidade Federal Rural do Semi-Árido campus Angicos.

Agradeço aos meus irmãos Isabela, Isanna, Vitória e Augustus pelo companheirismo, cumplicidade e amor.

Agradeço aos meus amigos, em especial Dandara Gabriela, por estarem comigo nessa trajetória, ao meu namorado João Victor pelo incentivo nessa jornada, a todos os meus colegas que compartilharam comigo esta caminhada.

Agradeço a Rafael Mendonça chefe da CEST-RN/UCA pelos ensinamentos, conselhos e oportunidades durante meu estágio.

“[...] Irei até onde o ar termina, irei até onde a grande ventania se solta uivando, irei até onde o vácuo faz uma curva, irei aonde meu fôlego me levar.”

-A hora da estrela, Clarice Lispector

RESUMO

A aplicabilidade de ferramentas como *Google Earth*® e AutoCAD Civil 3D®, no panorama atual as novas tecnologias de sistema de georreferenciamento como o Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem como objetivo integrar e automatizar processos de coletas e tratamento de dados georreferenciados para elaboração de projetos rodoviários. O presente estudo tem como finalidade analisar a integração de tecnologias de georreferenciamento por satélite *Google Earth*® com o Autocad Civil 3D®, as vantagens e desvantagens quando comparado a metodologias tradicionais de obtenção de dados, e apresentar uma proposta de duplicação da BR-304. A justificativa deste projeto é o nível de serviço da rodovia aliado às altas taxas de acidentes na BR-304 durante os últimos cinco anos. Metodologicamente a busca de informações foi em normas, artigos e revistas, os dados obtidos através do Google Earth Pro, sendo processados em planilhas e modelados no AutoCAD Civil 3D com o Country Kits. Como produto obteve-se um projeto de corredor rodoviário, os alinhamentos verticais e horizontais, a seção transversal da faixa de rolamento e o gráfico de corte e aterro. A integração dos softwares facilita o processamento das informações, pois o *software* da AutoDesk conta com uma tecnologia que tem as normas do país, entretanto, a acurácia dos dados entre os *softwares* não foi preciso, gerando algumas falhas e erros durante o projeto, mas atendendo o objetivo principal do estudo.

Palavras-chave: Rodovia. BR. *Google Earth*®. AutoCAD Civil 3D®. Duplicação de rodovia.

ABSTRACT

The applicability of tools such as Google Earth and AutoCAD Civil 3D, in the current panorama new georeferencing system technologies such as the Geographic Information System (GIS) aim to integrate and automate processes for collecting and processing georeferenced data for the development of road projects. The present study aims to analyze the integration of Google Earth® satellite georeferencing technologies with Autocad Civil 3D®, the advantages and disadvantages when compared to traditional data collection methodologies, and present a proposal for duplicating BR-304. The justification for this project is the highway's service level combined with the high accident rates on the BR-304 over the last five years. Methodologically, the search for information was in standards, articles and magazines, the data obtained through Google Earth Pro, being processed in spreadsheets and modeled in AutoCAD Civil 3D with Country Kits. As a result, a road corridor project was obtained, the vertical and horizontal alignments, the cross-section of the carriageway and the cut and fill graph. The integration of the software facilitates the processing of information, as the Autodesk software relies on technology that complies with the country's standards. However, the accuracy of the data between the software was not precise, generating some failures and errors during the project, but taking into account the main objective of the study.

Keywords: Highway . BR. *Google Earth*®. AutoCAD Civil 3D®. Highway Duplication.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Fluxograma das etapas do estudo de caso.....	33
Figura 2	–	Marcação dos Municípios em estudo.....	35
Figura 3	–	Delimitação da BR-304.....	36
Figura 4	–	Delimitação da área do estudo.....	36
Figura 5	–	Nuvem de Pontos.....	37
Figura 6	–	Curva de nível do terreno.....	38
Figura 7	–	Alinhamento Horizontal.....	38
Figura 8	–	Alinhamento Vertical.....	39
Figura 9	–	Seção Transversal.....	39
Figura 10	–	Corredor Rodoviário.....	40
Figura 11	–	Detalhe do Corredor Rodoviário 1.....	40
Figura 12	–	Detalhe do Corredor Rodoviário 2.....	40
Figura 13	–	Análise Preliminar de Corte e Aterro.....	41

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	–	Mapa rodoviário do Brasil.....	21
Mapa 2	–	Mapa rodoviário do Rio Grande do Norte.....	23

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Classificação da Administração de Rodovias.....	24
Quadro 2	– Classificação Geográfica de Rodovias.....	24
Quadro 3	– Classificação de Nível de Serviço com Base nas Características da Região...	25
Quadro 4	– Classificação de Nível de Serviço.....	26
Quadro 5	– Classe de Projeto de Rodovias.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Relação entre as classes funcionais e as classes de projeto.....	27
----------	---	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BR	Rodovia Federal
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CSV	Valor Separado por Vírgula
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPR	Instituto de Pesquisa em Transportes
KML	Keyhole Markup Language
RN	Rio Grande do Norte
SIG	Sistema de Informação Geográfica

LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca registrada

% Porcentagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
1.1. Objetivos.....	18
1.1.1 Objetivo geral.....	18
1.1.2 Objetivos específicos.....	19
2.1. Histórico Rodoviário Brasileiro.....	20
2.1.1 Malha Rodoviária do Rio Grande do Norte.....	22
2.2. Caracterização de Rodovias.....	23
2.2.1 Classificação Administrativa.....	24
2.2.2 Classificação Técnica.....	25
2.2.3 Classificação da Rodovia em Estudo.....	28
2.3. Acidentes Rodoviários.....	28
2.4. Duplicação de Rodovia.....	29
2.4.1 Fase Preliminar.....	29
2.4.2 Fase de Projeto Básico.....	30
2.4.3 Fase de Projeto Executivo.....	31
2.5. Geotecnologias.....	32
2.5.1 Google Earth Pro.....	33
2.5.2 AutoCad Civil 3D.....	34
3. METODOLOGIA.....	32
4. RESULTADOS.....	34
4.1. Google Earth Pro.....	34
4.2. Google Planilhas.....	36
4.3. AutoCad Civil 3D.....	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, o modelo da matriz modal do transporte no Brasil foi definido como um produto que decorreu das mudanças políticas durante a República Velha por meio da inserção de leis federais que instruiu os governos estaduais a implementarem redes de malhas rodoviárias, o modal rodoviário surge como uma ideia de complemento ao sistema ferroviário que era na época o principal devido à expansão cafeeira de 1870 (HUERTAS, 2022).

Durante o período final da República Velha, o então presidente e apoiador desse modelo de transporte Washington Luís, que tinha como lema e slogan da campanha “Governar é abrir estradas”, aqueceu o ramo no território do país durante seu mandato, setor que expandiu nos próximos governos (Arquivo Nacional, s.d.). Okumura (2018) expressa que o crescimento desproporcional do modo rodoviário ocorreu entre as décadas de 1950 a 1980, associado às influências da indústria automobilística sobre as políticas públicas de transporte, com a inserção de filiais de empresas automobilísticas no território nacional durante governo de Juscelino Kubitschek e o Plano de Metas (1956-1960).

A infraestrutura de transporte brasileira está diretamente relacionada ao desenvolvimento pleno e sustentável do país, tendo capacidade de mover uma nação, aquecer a economia e conectar a população e lugares. O setor rodoviário como fator determinante para o crescimento do Brasil ocupa um cenário de impacto ao desenvolvimento socioeconômico, as estradas que possibilitam o acesso a bens de toda natureza, a expansão de mercados, movimentação de pessoas e cargas (COSTA, 2019, 2023).

A duplicação de rodovias é proposta através de estudos que analisam o nível de serviço, capacidade de tráfego e taxa de acidentes. O enfoque da pesquisa trata da BR 304, no trecho entre a cidade de Assú e Mossoró, no estado do RN.

O crescimento populacional das cidades de Assú e Mossoró, de acordo com o IBGE, foi de 6,14% e 1,83% respectivamente entre os Censos de 2010 e 2022. Assú possui uma população de 56.496 pessoas sendo o 9º município mais povoado do estado, a cidade de Mossoró possui 264.577 habitantes, ocupando o 2º lugar do ranking. Segundo o IBGE a frota veicular das cidades aumentou 130,07% e 108,77% respectivamente no recorte temporal, logo o aumento do volume de veículos diários para movimento de pessoas e cargas, somada ao transporte dos equipamentos utilizados na implantação de usinas eólicas e fotovoltaicas no

estado, são fatores relacionados ao desgaste da rodovia, provocando uma redução do nível de serviço que impacta no aumento da taxa de acidentes, nos últimos 5 anos foram 1624 acidentes e 134 óbitos.(CARVALHO, 2023)

O desenvolvimento tecnológico propicia a avaliação dos possíveis indicadores expressos a priori, além de ser possível identificar características do local, como vegetação, relevo, curso d'água. A inserção de novas ferramentas tecnológicas pode auxiliar os processos de concepção de projetos rodoviários, o uso de sistemas de georreferenciamento como SIG (Sistema de Informação Geográfica) integram e automatizam processos de coleta e tratamento de informações espaciais obtidos por satélites ou dados georreferenciados.

Em virtude dos aspectos abordados, o uso de geotecnologias e sistemas de georreferenciamento por satélite quando comparado a metodologias tradicionais de obtenção de informações, além da aplicabilidade na concepção do traçado da rodovia, auxilia na estimativa de custos de modo que contribui na tomada de decisões.

Ante o exposto, a pergunta que norteia a pesquisa é colocada: **“como novas ferramentas como o Google Earth e o Civil 3D podem auxiliar na construção de projetos básicos, de forma a auxiliar na tomada de decisão para implantação de novos projetos rodoviários?”**

1.1. Objetivos

De forma a orientar a pesquisa, foram definidos os objetivos geral e específicos.

1.1.1 Objetivo geral

Apresentar proposta de duplicação da rodovia BR 304, utilizando a ferramenta *Google Earth*® e integrada com o Civil 3D®.

1.1.2 Objetivos específicos

- Apresentar um fluxo de trabalho para integração do Google Earth com o Civil 3D;
- Apresentar os parâmetros utilizados na elaboração do projeto básico;
- Criar as superfícies de implantação;
- Identificar vantagens e desvantagens na utilização de ferramentas na elaboração de projetos básicos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para Silva (2020), o processo de elaboração de projetos para a duplicação de rodovias deve ser realizado sob duas abordagens: o projeto básico e o projeto executivo. No projeto básico deverá abranger todos os estudos preliminares e levantamentos de dados para escolher o melhor traçado para a nova faixa. Enquanto no projeto executivo deve conter as plantas de implantação da rodovia, viabilidade técnica, orçamento, relatório de impactos ambientais, metodologia a ser empregada e cronograma de execução.

Para construção do embasamento teórico, a pesquisa abordou a história do modo rodoviário no Brasil, características das rodovias, acidentes em rodovias, duplicação de rodovias, e aplicação de geotecnologias.

2.1. Histórico Rodoviário Brasileiro

Refletir sobre a história da humanidade nos remete imediatamente a pensar em rodovias, estradas e caminhos, com suas múltiplas denominações. Atualmente, conceituamos rodovias como vias projetadas para o tráfego de veículos com rodas. Desde os primórdios, as vias terrestres desempenharam um papel crucial na evolução da humanidade. Inicialmente utilizadas em movimentos migratórios, essas vias atendiam à necessidade intrínseca do ser humano de se locomover. Com o tempo, o transporte terrestre se tornou o principal meio de deslocamento em todo o mundo, sendo reconhecido como de utilidade pública incontestável para indivíduos, comunidades e economias ao longo de todas as épocas históricas (MATTEI, 2017).

Em 1937, foi instituído o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), que, inicialmente, não era uma autarquia e carecia de recursos próprios, com suas atividades não integradas aos sistemas rodoviários estaduais e municipais. A redução de exportações e importações provenientes da Segunda Guerra Mundial, instaura no país uma situação delicada ao qual com a sobrecarga do modal ferroviário e a preocupação de aumentar o comércio interno, as rodovias tornam-se ferramentas fundamentais para recuperar a economia do país.

O Centro de Pesquisas Aplicadas da USP especializado em Rodovias ressalta que, a partir das décadas de 1940 e 1950, a construção de rodovias recebeu um impulso significativo devido a três fatores principais: a criação do Fundo Rodoviário Nacional em 1946, que estabeleceu um imposto sobre combustíveis líquidos para financiar a construção de estradas pelos estados e pela União; a fundação da Petrobrás em 1954, que passou a produzir asfalto em grande quantidade; e o estabelecimento da indústria automobilística nacional em 1957.

Para Mattei (2017) a transferência da capital do Rio de Janeiro para Brasília em 1960, resultou na formulação de um plano rodoviário destinado a conectar a nova capital a todas as regiões do país. Tendo em vista que as dificuldades econômicas no final da década de 1970 no país desencadearam uma deterioração progressiva da malha rodoviária. A construção de novas estradas praticamente cessou, mantendo-se apenas em alguns setores e em ritmo muito lento, enquanto a manutenção deixou de cumprir requisitos básicos, esse cenário propiciou perdas de vidas devido a acidentes e atropelamentos, além de causar danos significativos a setores cruciais da economia.

Mapa 01: Mapa rodoviário do Brasil



Fonte: Observatório Nacional de Transporte e Logística (ONTL, 2022).

A partir da década de 90, novas alternativas foram colocadas em prática numa tentativa de suprir as necessidades básicas do modal rodoviário, como por exemplo o Programa de Concessões Rodoviárias, o Programa de Descentralização e Restauração da Malha, e o programa Crema, de restauração e manutenção rodoviárias por períodos de 5 anos. Os investidores consideram o custo logístico, incluindo o transporte de produtos e serviços, a chegada de matérias-primas e o deslocamento de funcionários, ao decidirem onde aplicar seus recursos (MATTEI, 2017).

Tendo isso em vista, percebe-se que a qualidade da infraestrutura de transporte afeta a atividade econômica de uma região. Consequentemente, as localidades que possuem rodovias de alta qualidade, bem conservadas e tecnicamente bem projetadas, são beneficiadas, pois facilitam o rápido e eficiente escoamento da produção e atraem novos investimentos. (MATTEI, 2017; GORTAIRE, 2022)

2.1.1 Malha Rodoviária do Rio Grande do Norte

O Anuário CNT do Transporte (2022) apresenta os dados da malha rodoviária atual, com 1.720.909,0 km de extensão, onde 12,4% da malha possui pavimentação. As condições das rodovias pavimentadas no Brasil no ano de 2023 segundo o estudo é de 67,5% foram consideradas regular, ruim ou péssima (CNT, 2023).

De acordo com Brasil (2000), 26.290 km pertencem ao estado do Rio Grande do Norte (RN), dos quais 3.753 km são pavimentados. Apenas 20,7% das rodovias do estado de acordo com a “Pesquisas CNT Rodovias 2023” foram catalogadas como boas ou ótimas, quando analisadas somente as rodovias federais esse número vai para 25,46%.

O trecho potiguar da BR-304 integra o corredor rodoviário que liga as Regiões Metropolitanas de Fortaleza/CE e de Natal/RN, cruzando importantes regiões dos dois estados, entre elas, Mossoró, o qual é o segundo maior município do estado e integra o acesso à estrutura industrial por servir para múltiplas funções. O quadro da BR-304 na pesquisa da CNT do ano de 2023 apresentado no Anexo 1, mostra as condições da rodovia onde os trechos entre os municípios de Lajes e Assú possuem uma classificação Boa enquanto da

estrada, de Assú-Mossoró a qualidade da infraestrutura rodoviária estando como Regular, e de Mossoró até a divisa com o Ceará classificados como Boa.

A duplicação de uma tem como objetivo atender uma demanda maior de tráfego na região com condições operacionais adequadas. A implantação de uma nova faixa altera o sentido de fluxo de veículos, recuperando e melhorando o trecho da rodovia (SILVA, 2020).

Mapa 02: Mapa rodoviário do Rio Grande do Norte



Fonte: Ministério dos Transportes (2012).

2.2. Caracterização de Rodovias

Por razões técnicas, administrativas e para atender às necessidades dos usuários das rodovias, é fundamental que as vias sejam classificadas, sendo essencial na elaboração de projetos e na organização eficiente das atividades das entidades responsáveis pelas vias (DNER, 1999).

O DNIT (2010) caracteriza uma rodovia em função de quatro critérios básicos de classificação de uma estrada, que são a sua administração/jurisdição, funcionalidade, características físicas e o padrão técnico da via.

2.2.1 Classificação Administrativa

A classificação administrativa define a localização e as entidades encarregadas da administração, planejamento, financiamento, construção, operação e interação com os usuários das vias, através de identificações alfanuméricas. A nomenclatura das rodovias é estabelecida por uma sigla inicial – BR para rodovias federais, e a sigla do estado para rodovias estaduais – seguida por três números. O primeiro número indica a categoria da rodovia e os dois últimos determinam a localização, com base na orientação geral da rodovia – em relação à Capital Federal e aos limites do país para rodovias federais, e em relação à capital do estado e seus limites para rodovias estaduais (DNER, 1999; GORTAIRE, 2022).

Quadro 01: Classificação da Administração de Rodovias

JURISDIÇÃO DA RODOVIA		
RODOVIA	SIGLA	CARACTERÍSTICAS
FEDERAL	BR	São comumente conhecidas como vias principais (arteriais), frequentemente atravessando diversos estados. São administradas pelo poder central do governo.
ESTADUAL	RN	Vias que ligam cidades entre si, e cidades a capital, estando limitadas ao território estadual. Possuindo função de via coletora e/ou arterial.
MUNICIPAL		Vias construídas e mantidas pelo município. Sendo do interesse do próprio município ou de um conjunto de municípios.
VICINAL		Vias municipais, pavimentadas ou não, de uma pista só, locais e de padrão modesto. Servindo de conexão entre o campo e os centros urbanos.
PARTICULAR		Via construída dentro de uma propriedade privada para utilização restrita dos proprietários.

Fonte: Autoria Própria/2024 (Baseado em documentos do DNER e DNIT)

O Quadro 01 elucida as classificações administrativas da rodovia quanto a sua jurisdição, quais os responsáveis, quem é atendido pela via, assim como sua função. Enquanto o Quadro 02, apresenta as características de administração geográfica das rodovias, o seu tipo, qual sua ligação, o seu sentido e sua numeração.

Quadro 02: Classificação Geográfica de Rodovias

CLASSIFICAÇÃO ADMINISTRATIVA GEOGRÁFICA		
RODOVIA	ALGARISMO	CARACTERÍSTICAS
RADIAL	0	Ligam Brasília aos extremos do país. Os dois últimos dígitos vão de 05 a 95, variando de 05 em 05 no sentido horário.
LONGITUDINAL	1	Ligam o país de Norte a Sul. Os dois últimos dígitos variam de 00, no extremo leste do país, a 50, em Brasília, e de 50 a 99, no extremo oeste.
TRANSVERSAL	2	Ligam o país de Leste a Oeste. Os dois últimos dígitos variam de 00, no extremo norte do país, a 50, em Brasília, e de 50 a 99 no extremo sul.
DIAGONAL	3	Ligam o país de Noroeste-Sudeste ou Nordeste-Sudoeste. As Diagonais orientadas na direção geral NO-SE, a numeração varia, segundo números pares, de 00, no extremo Nordeste do país, a 50, em Brasília, e de 50 a 98, no extremo Sudoeste. As Diagonais orientadas na direção geral NE-SO, a numeração varia, segundo números ímpares, de 01, no extremo Noroeste do país, a 51, em Brasília, e de 51 a 99, no extremo Sudeste.
LIGAÇÃO	4	Ligam o país em qualquer sentido, fazendo ligação entre rodovias federais, ou entre rodovias federais e um marco importante. Os dois últimos dígitos variam entre 00 e 50, se a rodovia estiver ao norte do paralelo de Brasília, e entre 50 e 99, se estiver ao sul desta referência.

Fonte : Autoria Própria/2024 (Baseado em documentos do DNER)

2.2.2 Classificação Técnica

A classificação técnica de uma rodovia determina o nível de qualidade do serviço que a rodovia fornecerá. Portanto, essa classificação está diretamente relacionada a características geométricas como raio de curvatura, rampa, largura da pista, distância do acostamento e visibilidade. O Quadro 03 apresenta as características acerca do relevo da rodovia.

Quadro 03: Classificação de Nível de Serviço com Base nas Características da Região.

CLASSIFICAÇÃO DA REGIÃO	
REGIÃO	CARACTERÍSTICAS
PLANA	Uma rodovia com longa visibilidade pode ser realizada sem dificuldades de construção ou custos elevados.
ONDULADA	Área onde a inclinação natural do terreno exige desmatamentos frequentes e aterros de dimensões reduzidas para acomodar rodovias.
MONTANHOSA	A diferença de altura do terreno nas direções vertical e horizontal é acentuada em relação à via expressa.

Fonte: Autoria Própria/2024 (Baseado em documentos do DNER)

A classificação técnica de uma rodovia acerca do seu nível de qualidade do serviço é apresentada no Quadro 04, analisando a quantidade máxima de veículos que passam em um trecho determinado da via por um período de tempo.

Quadro 04 : Classificação de Nível de Serviço

CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO	
NÍVEL DE SERVIÇO	CARACTERÍSTICAS
A	As velocidades médias variam de 90 a 93 km/h;
B	As velocidades médias variam de 87 a 89 km/h;
C	As velocidades médias situam-se entre 79 e 84 km/h;
D	As velocidades médias situam-se entre 72 e 80 km/h;
E	As velocidades médias variam entre 56 e 72 km/h;
F	As velocidades médias são inferiores a 56 km/h;

Fonte : Autoria Própria/2024 (Baseado em documentos do DNER)

Os dados sobre a classe de projeto de rodovias expressos no Quadro 05, acerca do padrão da rodovia, qual a sua característica física e seus limites de tráfego.

Quadro 05: Classe de Projeto de Rodovias

CLASSE DE PROJETOS		
CLASSE	CARACTERÍSTICAS	
0	Elevado padrão, utilizado em via expressa; Rodovia de pista dupla com separação física entre pistas e controle de acesso.	
I	A	Alto padrão, utilizado em uma via arterial; Rodovia de pista dupla com controle parcial de acesso.
	B	Alto padrão, projetado para 10 anos; Rodovia de pista simples. O limite inferior de tráfego é de 200 veículos bidirecionais por hora, ou o tráfego médio diário bidirecional de 1.400 veículos mistos, e o limite superior é equivalente ao tráfego exigido para a Classe I-A.
II	A rodovia de pista única foi projetada para ter um volume médio diário de tráfego de 700 veículos mistos em ambos os sentidos no ano 10, e um máximo de 1.400 veículos mistos em ambos os sentidos.	
III	A rodovia de pista única foi projetada para ter um volume médio diário de tráfego de 300 veículos mistos em ambos os sentidos no ano 10, e um máximo de 7000 veículos mistos em ambos os sentidos.	
IV	A	Rodovia de pista simples, frequentemente com apenas revestimento primário, têm um volume médio diário de tráfego de 50 a 200 veículos em seu ano de inauguração.
	B	Rodovia de pista simples, frequentemente com apenas revestimento primário, têm um volume médio diário de tráfego inferior a 50 veículos em seu ano de inauguração.

.Fonte: Autoria Própria/2024 (Baseado em documentos do DNIT)

O Quadro 06 mostra a relação entre as classes de serviço de uma rodovia e a classificação funcional da mesma.

TABELA 01 : Relação entre as classes funcionais e as classes de projeto.

CLASSIFICAÇÃO ADMINISTRATIVA GEOGRÁFICA		
SISTEMA	CLASSE FUNCIONAL	CLASSES DE PROJETO
ARTERIAL	PRINCIPAL	CLASSES 0 E I
	PRIMÁRIO	CLASSES I
	SECUNDÁRIO	CLASSES I E II
COLETOR	PRIMÁRIO	CLASSES II E III
	SECUNDÁRIO	CLASSES III E IV
LOCAL	LOCAL	CLASSES III E IV

Fonte : Autoria Própria (Adaptado do DNER 1999) /2024

2.2.3 Classificação da Rodovia em Estudo

A BR-304 é uma rodovia de jurisdição federal, sendo uma via de classificação administrativa diagonal (3) quanto a sua geografia, orientada de Noroeste para Sudeste, em números pares, do extremo Nordeste até Brasília varia de 00 a 50, no caso 04. Sua classe funcional é uma rodovia arterial principal pois conecta grandes centros urbanos à capital do estado. Suas características físicas é uma estrada pavimentada de pista única, o seu nível de serviço é D, contando com uma região ondulada, e a velocidade máxima da via é 80 km/h, enquanto sua classe de projeto é I - B, via de alto padrão pista simples com controle parcial de acesso.

2.3. Acidentes Rodoviários

Os modos de transporte tornaram-se cada vez mais importantes e essenciais à vida humana com o crescimento da população e o desenvolvimento da sociedade. Os automóveis transformaram ideias outrora impossíveis em realidade e agora fazem parte da vida cotidiana de todas as sociedades, fazendo com que as pessoas se tornem cada vez mais dependentes desses métodos de transporte. A necessidade de utilizar estradas para tarefas diárias, como viajar, deslocar-se e transportar produtos, está enraizada culturalmente na população. Essa dependência torna os acidentes de trânsito um problema grave e uma realidade não só no Brasil, mas em todo o mundo (AMORIM, 2019).

A experiência brasileira no tratamento de acidentes rodoviários possui um modelo de solução, no qual a resolução são técnicas tradicionais de sinalização horizontal, vertical e semafórica com correções de geometria da via para melhoria da fluidez, e não necessariamente na geração de segurança. (TEIXEIRA; JESUS; VIEIRA, 2023)

No ano de 2023 o Brasil registrou a maior taxa de óbitos em acidentes em rodovias federais (BRs) desde 2018, foram 5.621 óbitos/ano, um aumento de 3,34% em relação ao ano de 2022. Dessa forma o cenário do país em exposição ao panorama de acidentes nas BRs, o mesmo ano contou com o maior número de acidentes em rodovias desde 2019 (FRAGA, 2024).

Consoante aos dados de taxa de acidentes da BR-304 nos últimos cinco anos, entre 2018 e 2022 a média anual de acidentes na rodovia era de 292,8 acidentes/ano dos quais a taxa de mortalidade era 24,2 óbitos/ano, já utilizando dados equivalentes a um período de cinco anos e meio o total é 1.624 acidentes e 134 mortes (CARVALHO, 2023).

Segundo Epifânio (2023), os municípios de Assú e Mossoró possuem as maiores taxas de óbitos na BR-304, quando analisado na primeira a dimensão da cidade com sua taxa de fatalidade no trânsito, Assú conta com um índice de 23%, sendo a cidade mais fatal do estudo. Já Mossoró quando analisado os clusters em que o município se enquadra, ele possui uma taxa de mortalidade de 52%.

2.4. Duplicação de Rodovia

A duplicação de uma rodovia tem como objetivo atender uma demanda maior de tráfego na região com condições operacionais adequadas. A implantação de uma nova faixa altera o sentido de fluxo de veículos, recuperando e melhorando o trecho da rodovia (SILVA, 2020).

As diretrizes básicas para concepção de um projeto de duplicação de uma rodovia são descritas no documento do DNIT/IPR-726 (2006) – Diretrizes Básicas Para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários Escopos Básicos / Instruções de Serviço –, de acordo com o mesmo um projeto rodoviário é constituído por três fases, que são a fase preliminar, a fase de projeto básico e a fase de projeto executivo (DNIT/IPR-742 , 2010).

2.4.1 Fase Preliminar

Caracterizada pelo levantamento de dados e realização de pesquisas específicas com o objetivo de estabelecer parâmetros e diretrizes para refinamento de itens do projeto para o Projeto Básico. Ou seja, a etapa de diagnóstico e recomendação.

Os estudos a serem realizados nessa etapa são:

- Estudo de Tráfego;
- Estudo de Segurança de Trânsito;
- Estudo da Capacidade da Rodovia;
- Estudos Geológicos;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudo Topográficos;
- Estudo de Traçado;
- Estudo do Plano Fundamental;
- Avaliação Preliminar do Pavimento Existente;
- Concepção Estrutural Preliminar das Obras-de-Arte Especiais.

2.4.2 Fase de Projeto Básico

Tem por finalidade selecionar a melhor alternativa de traçado, assim como detalhar a solução proposta, através da realização de estudos específicos e elaboração dos itens de projeto do Projeto Básico, fornecendo às plantas e elementos que possibilitem uma adequada identificação da obra.

Os estudos a serem realizados nessa etapa são:

- Cadastro Esquemático da Rodovia Existente;
- Estudos de Tráfego;
- Estudos Geológicos;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudos de Traçado;
- Estudos Topográficos;

- Estudos Geotécnicos;
- Projeto Geométrico Básico;
- Projeto Básico de Terraplenagem;
- Projeto Básico de Drenagem;
- Projeto Básico de Pavimentação;
- Projeto Básico de Restauração do Pavimento;
- Projeto Básico de Obras-de-arte Especiais;
- Projeto Básico de Interseções, Retornos e Acessos;
- Projeto Básico de Sinalização;
- Projeto Básico de Obras Complementares;
- Projeto Básico de Desapropriação;
- Projeto Básico de Paisagismo;
- Projeto Básico do Canteiro de Obras e Acampamento de Pessoal;
- Componente Ambiental;
- Orçamento Básico da Obra;

2.4.3 Fase de Projeto Executivo

O objetivo desta etapa é detalhar a solução escolhida, com a elaboração dos itens de projeto do Projeto Executivo, fornecendo as plantas do projeto, detalhes e notas de serviço, que permitam a construção da estrada.

Devem ser fornecidos os seguintes elementos:

- Informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra;

- Subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra;
- Orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços, fornecimentos dos materiais e transportes propriamente avaliados;
- Informações para a instrução dos processos desapropriatórios.

2.5. Geotecnologias

As geotecnologias são instrumentos que viabilizam coletar, armazenar e analisar informações relativas ao posicionamento espacial geográfico dos variados fenômenos da superfície do Planeta. A utilização destas tecnologias para a análise integrada de elementos espaciais expande a capacidade de examinar grandes volumes de dados. Os avanços têm permitido a construção de modelos tecnológicos cada vez mais aprimorados, que buscam reproduzir os fenômenos naturais do mundo real utilizando o acervo de bases e elementos georreferenciados com elevado grau de detalhamento dos atributos (CHAVES, 2014; COSTA *et al.*, 2019).

No Brasil todos os anos são realizadas diversas obras de engenharia rodoviária, e as novas tecnologias surgem com o intuito de auxiliar os engenheiros e projetistas na tomada de decisão. A realização de um projeto rodoviário, de construção ou de reparo, devem ser realizados estudos preliminares com o objetivo de extrair informações de diversas características do local onde será realizado o projeto (SILVA, RANGEL e CAMPOS 2020).

O Instituto de Pesquisa em Transporte (IPR) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) lançou em 2006 o IPR - 726 que discorre sobre diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários: escopos básicos/instruções de serviço. Neste documento, os escopos básicos (EB) denotam o processo de cada estudo/projeto, as instruções de serviço (IS) discorrem como devem ocorrer as etapas. O DNIT propõe a utilização de levantamento aerofotogramétrico com aerotriangulação preferencialmente realizado com rastreamento por satélite, ou imagens de satélite, seja do traçado existente ou da poligonal de analisada, para estudos de viabilidade técnica-econômica-ambiental de rodovias (EB-101).

Os *softwares Google Earth Pro 2020* e *AutoCad Civil 3D* são ferramentas computacionais, a primeira sendo um SIG utilizado para fazer o reconhecimento de áreas, escolha de pontos de início, intermediário e fim de uma rodovia, através imagens aéreas e orbitais da região rodoviária escolhida com alta qualidade. O *AutoCad Civil 3D* é um software que tem como finalidade realizar modelagem de dados empregando um sistema de tecnologia BIM para uso em projetos de rodovias, como traçado, superlargura, superelevação, e sendo possível determinar geometricamente os parâmetros de curvas horizontais e verticais (ALMEIDA e SILVA, 2023; TEIXEIRA, JESUS e VIEIRA, 2023).

2.5.1 Google Earth Pro

O *Google Earth* é um software geoespacial gratuito utilizado para sensoriamento remoto, que apresenta na sua interface um globo virtual, possibilitando importação e exportação de dados SIG, visualização da superfície terrestre dentro de uma janela de tempo da primeira captura até os dias atuais, análises e captura de dados geográficos. Entre os dados disponibilizados pelo aplicativo estão as imagens de alta resolução, mapas rodoviários detalhados, imagens panorâmicas de vias, paisagens de centros urbanos em 3D (Street View), pontos de interesse e informações acerca dos recursos naturais, clima e negócios.

Segundo Lopes (2009), o *Google Earth Pro* é uma versão profissional do software, onde é possível utilizar ferramentas de impressão com alta resolução, possuindo uma alta velocidade de conexão, contando com um banco de dados superior, resultando em uma agilidade durante sua utilização. O *Google Earth Pro* permite adquirir na sua versão gratuita, as imagens de forma virtual correspondentes ao trecho do estudo (MONTEIRO, 2023).

O *software* do *Google* possui um erro posicional relacionado a distorções angulares, pois a sua posição não é fixa, variando com o tempo, sendo constantemente atualizado por imagens de uma resolução mais alta (SILVA JUNIOR, 2022).

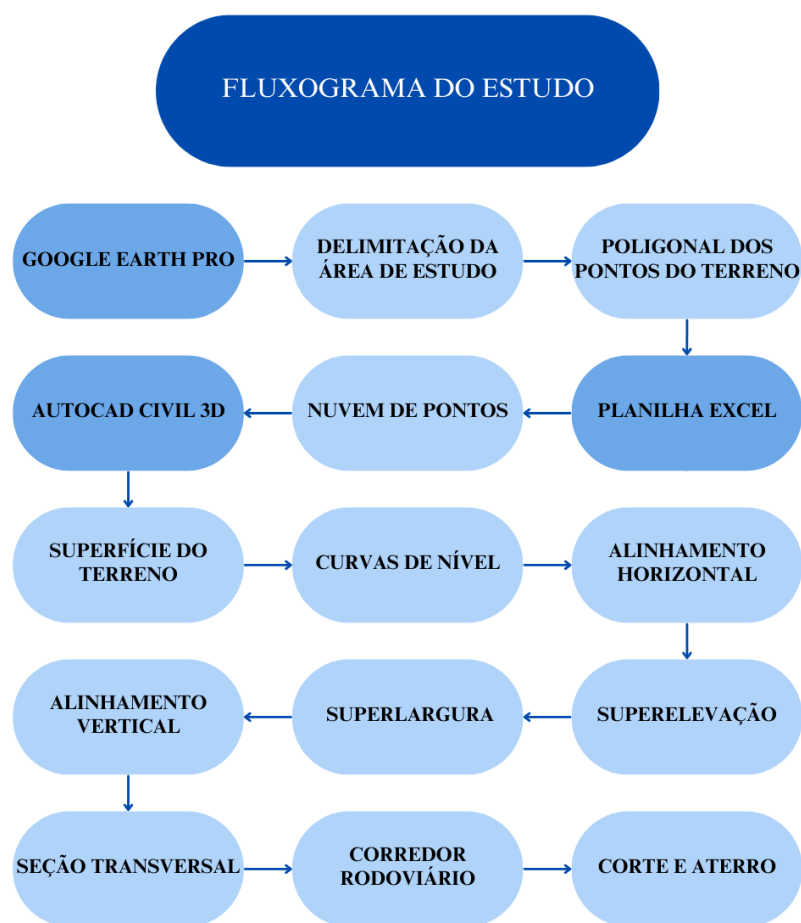
2.5.2 AutoCad Civil 3D

O *software AutoCAD Civil 3D* é voltado para projetos de infraestrutura, como por exemplo estradas, sistemas de drenagem, redes de tubulação forçada e terraplenagem. O mesmo contém extensões denominadas de *country kits*, que tem os estilos de documentação e fórmulas para validação de projetos de estradas baseadas em manuais das principais agências de transporte de diversos países. Possuindo ferramentas de projeto que apresentam praticidade e dinamismo em obtenção de perfis topográficos, elaboração de alinhamentos verticais e horizontais, assim como representação das seções transversais. Enquanto as ferramentas para análise de projeto auxiliam na verificação de viabilidade técnica acerca das distâncias de viabilidade, fluxo de escoamento superficial e o alagamento de bacias hidrográficas (MIRANDA, 2019).

3. METODOLOGIA

A metodologia empregada no presente trabalho é um estudo de caso utilizando a rodovia BR-304, trecho de Assú para Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte, com o objetivo de integrar as ferramentas Google Earth e AutoCAD Civil 3D, de modo apresentar uma proposta de duplicação da rodovia.

FIGURA 01 : Fluxograma das etapas do estudo de caso.



Fonte : Autoria Própria /2024

A captação dos dados é feita no *software Google Earth Pro* a partir da delimitação da área de estudo, com isso é possível gerar a poligonal com os pontos do terreno, que deve ser exportada em um arquivo do tipo KML, o arquivo é processado em uma planilha para tornasse um arquivo do tipo .csv ou .tsv. No aplicativo do *AutoCAD Civil 3D* é feito a importação do arquivo da nuvem de pontos, gerando a superfície do terreno, sendo possível plotar as curvas de nível.

Com base nas curvas de nível do terreno é feito o alinhamento horizontal seguindo o alinhamento existente da rodovia, realizando as curvas entre os trechos de tangente, gerando sua superelevação e superlargura. O alinhamento vertical é feito com as curvas de nível, é plotado as retas analisando o relevo do terreno, criando as curvas verticais.

A aplicação da seção transversal da via é feita no alinhamento horizontal, seguidamente é possível criar o corredor rodoviário. A análise preliminar de corte e aterro é feita analisando as linhas de borda do corredor, se estiver verde significa que aquela área precisa de aterro, em quando se estiver vermelha é uma zona de corte.

4. RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa são elaborados em três etapas de acordo com o fluxograma apresentado na seção de metodologia. Sendo as etapas de delimitação no *Google Earth Pro*, o processamento em planilha e manipulação dos dados no Software AutoCAD Civil 3D.

4.1. Google Earth Pro

A primeira etapa deste trabalho, o sensoriamento remoto, foi realizada no software Google Earth Pro. A figura 02 apresenta identificação dos municípios observados, Assú e Mossoró.

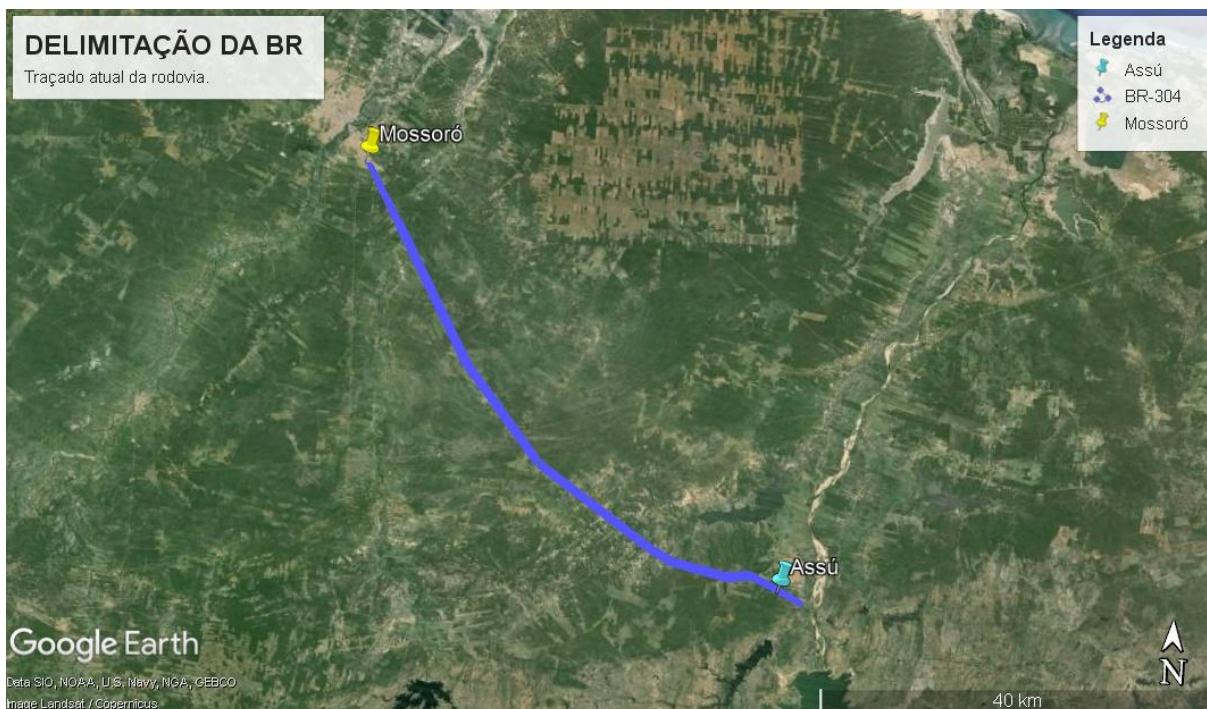
FIGURA 02 : Marcação dos Municípios em estudo.



Fonte : Google Earth Pro /2024

Continuamente a marcação dos municípios, delimitou-se a área do estudo que é a BR-304, conforme a figura 03 abaixo.

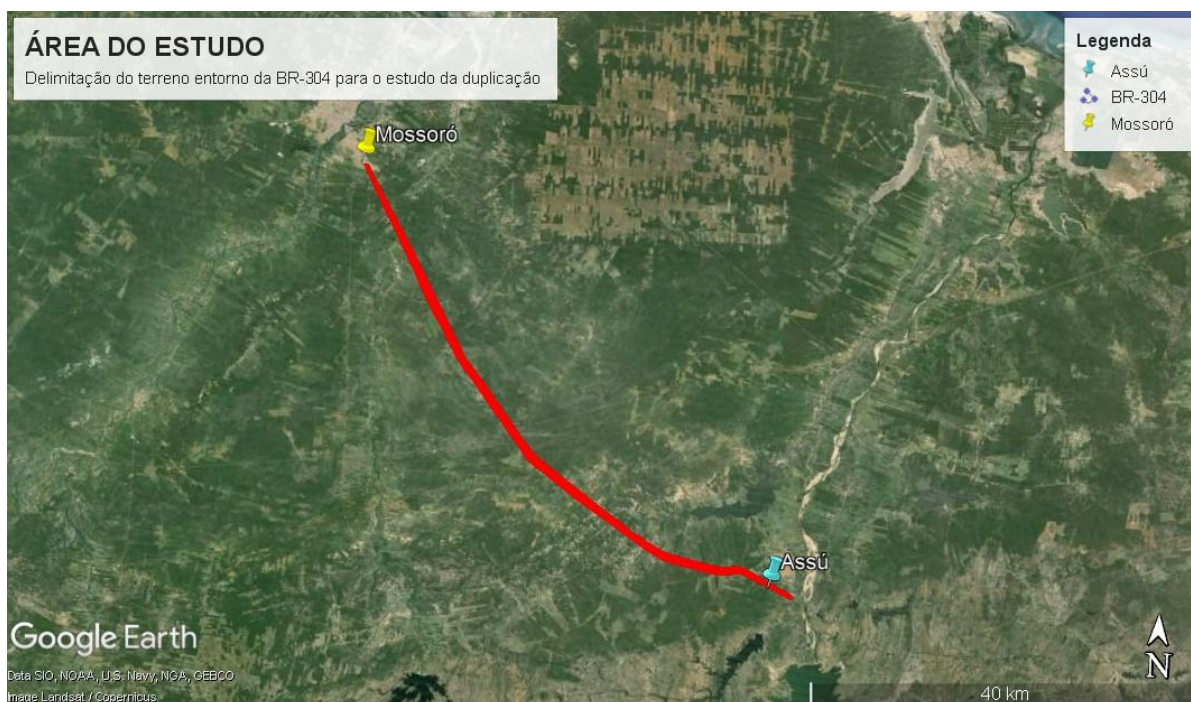
FIGURA 03 : Delimitação da BR-304.



Fonte : Google Earth Pro /2024

Com a demarcação da rodovia, criou-se a poligonal do terreno em torno da rodovia para o estudo, figura 04. O arquivo foi salvo em KML, para ser realizado o processamento no software.

FIGURA 04 : Delimitação da área do estudo.



Fonte : Google Earth Pro /2024

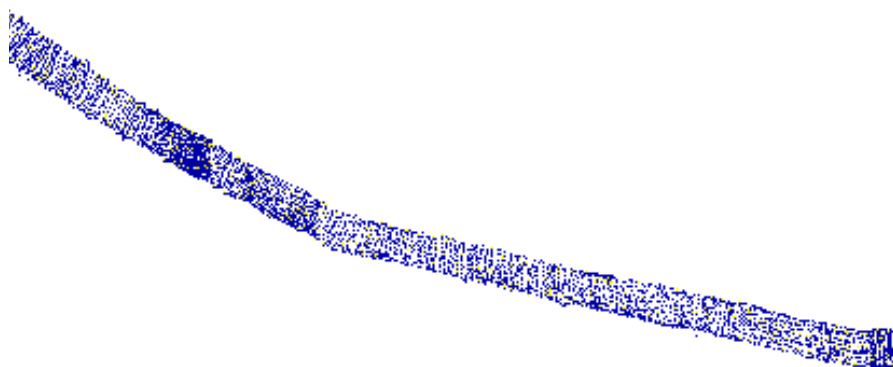
4.2. Google Planilhas

O documento KML exportado da etapa anterior, recebeu um tratamento de dados e foi convertido para um arquivo CSV ou TSV. Estando ideal para ser importado no Civil 3D.

4.3. AutoCad Civil 3D

O primeiro passo é realizar importação da nuvem de pontos tratada na etapa anterior, para isso é utilizado o comando MAP IMPORT. A figura 05 expressa como fica a nuvem de pontos no Civil 3D.

FIGURA 05 : Nuvem de Pontos



Fonte : AutoCAD Civil 3D /2024

Com base na nuvem de ponto é feita a superfície do terreno, como mostra a figura 06, em seguida é possível construir as curvas de nível do terreno, a figura 07 amplia a visão das curvas de nível. Apresentou um erro posicional de 1,5m, logo a discrepância entre os dados foi desconsiderado, dado a dimensão do projeto.

FIGURA 06 : Curva de nível do terreno



Fonte : AutoCAD Civil 3D /2024

A figura 07, mostra o traçado alinhamento horizontal da rodovia sob as curvas, as curvas horizontais, visualização dos estaqueamento.

FIGURA 07 : Alinhamento horizontal

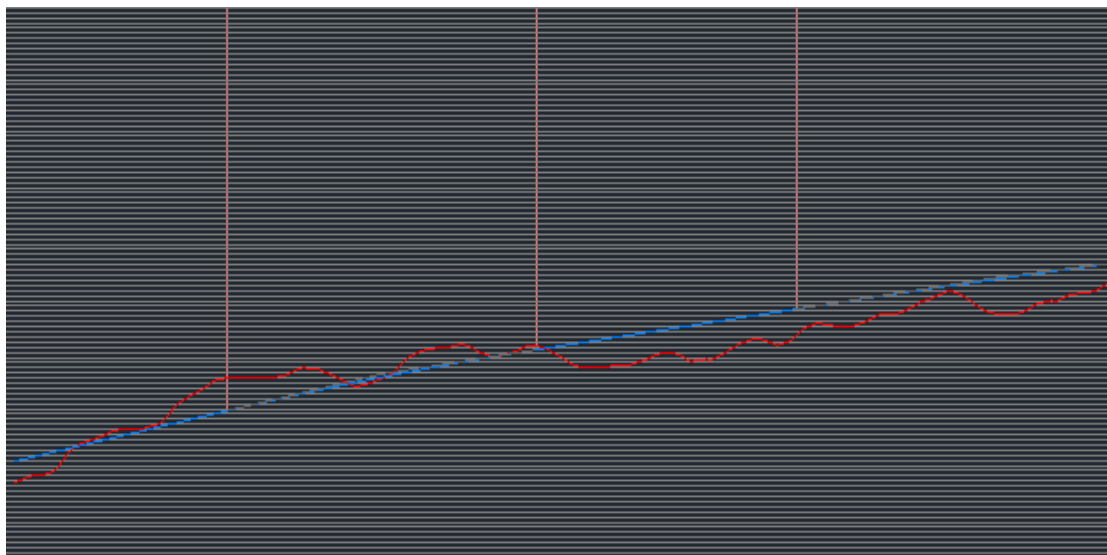


Fonte : AutoCAD Civil 3D /2024

A superelevação é a inclinação transversal da pista de rolamento em uma curva. O alargamento da faixa de rolamento durante um trecho curvo, é o produto da superlargura.

A representação do alinhamento vertical pela figura 08, expõe o relevo natural do terreno em vermelho, assim como o traçado das curvas verticais em tracejado azul, apresentando a análise preliminar de corte e aterro.

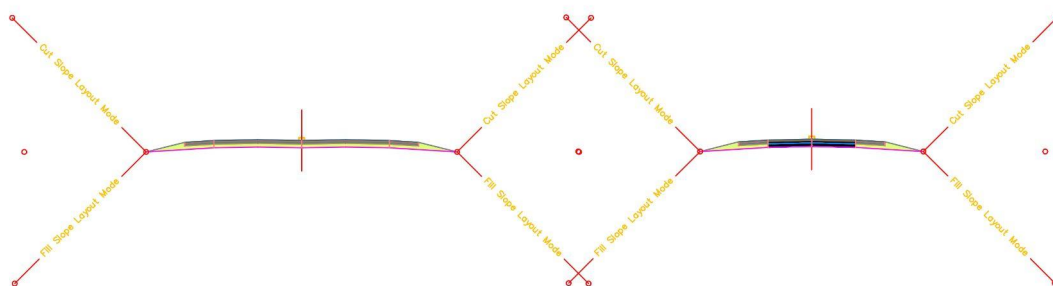
FIGURA 08 : Alinhamento vertical



Fonte : AutoCAD Civil 3D /2024

Desenho da seção transversal da faixa de rolamento da rodovia é exposto na figura 09, onde é possível ver que o aplicativo conta com dois modelos que é a faixa simples de eixo central, o acostamento e o talude de corte e aterro, e a faixa duplicada com o eixo central, o acostamento e o talude de corte e aterro.

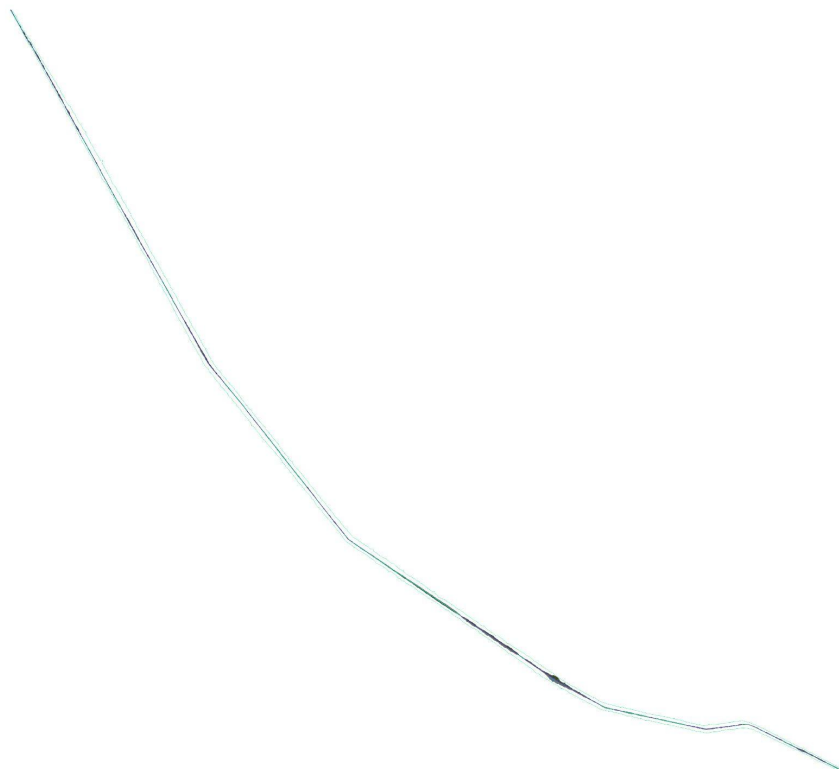
FIGURA 09 : Seção Transversal



Fonte : AutoCAD Civil 3D /2024

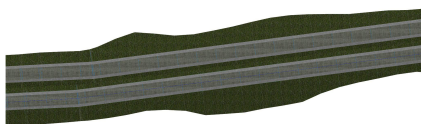
O corredor rodoviário exposto na figura 10, com detalhe ampliado na figura 11 e 12, evidencia a aplicação da seção transversal no alinhamento horizontal, seguindo os modelos propostos anteriormente.

FIGURA 10 : Corredor Rodoviário

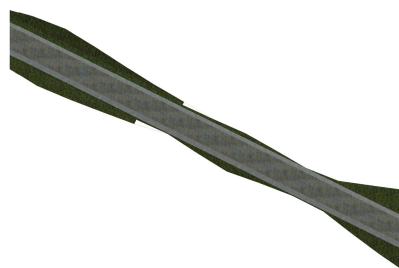


Fonte : AutoCAD Civil 3D /2024

FIGURA 11 : Detalhe do Corredor Rodoviário 1 FIGURA 12 : Detalhe do Corredor Rodoviário 2



Fonte : AutoCAD Civil 3D /2024

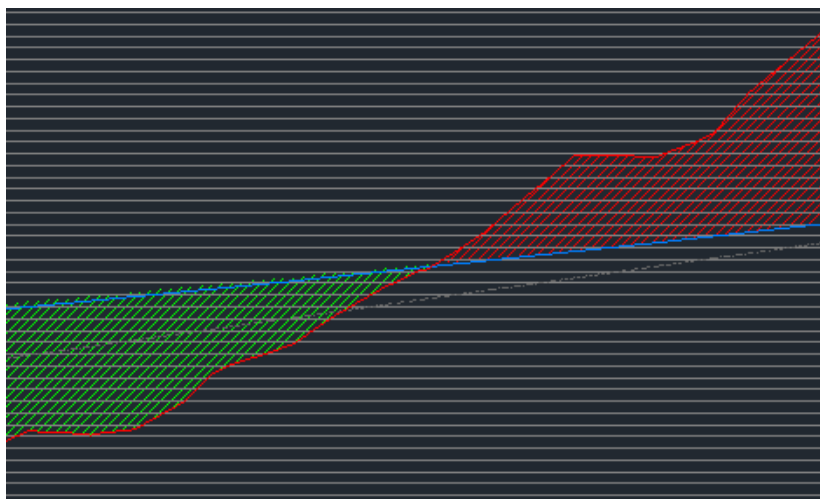


Fonte : AutoCAD Civil 3D/2024

A análise preliminar de corte e aterro de um projeto pode ser observado no alinhamento horizontal pelas cores das bordas do corredor, se estiver verde é uma área de

aterro e vermelha indica uma área de corte. Pelo alinhamento vertical, temos uma linha azul a rodovia representando a rodovia, e uma linha vermelha que é o relevo do terreno natural, logo o software apresenta um padrão de cores para trechos de corte e aterro, vermelho e verde, respectivamente representados pela figura 13.

FIGURA 13 : Análise Preliminar de Corte e Aterro



Fonte : AutoCAD Civil 3D /2024

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resolução não tão convencional no território brasileiro, a presente pesquisa expõe como solução um estudo de projeto de duplicação da rodovia federal BR-304, com objetivo de aumentar o nível de serviço da via e a segurança dos que trafegam nela. O corredor rodoviário apresentado nas duas versões foi utilizado como base na rodovia original, entretanto a acurácia dos dados exportados do *software* do *Google*, com o mapa do *software* da *Autodesk* ficou em torno de 1,5m.

Respondendo a questão que norteia esta análise: **“como novas ferramentas como o Google Earth e o Civil 3D podem auxiliar na construção de projetos básicos, de forma a auxiliar na tomada de decisão para implantação de novos projetos rodoviários?”**

Essas tecnologias auxiliam na integração de dados com as normativas, parâmetros e especificações estabelecidas pelo país escolhido, sendo eficiente para um estudo de curto prazo, para determinar os projetos preliminar/básico em locais onde seja desprezível as distorções angulares que o projeto contém.

Em primeira instância não sendo indicado para projetos básicos definitivos ou projetos executivos, sem a prévia determinação de valores de erro posicional, e a verificação dos parâmetros da rodovia, assim como estudos do solo e região.

Sugere-se para estudos futuros analisar o comportamento dessas ferramentas na análise de um projeto de vias em perímetro urbano; A utilização das ferramentas para identificação de zonas críticas em rodovias federais e estaduais no Brasil; E a identificação e mapeamento de patologias nas rodovias estaduais e federais no estado do Rio Grande do Norte.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Governar é abrir estradas: O concreto pavimentando os caminhos na formação de um novo país**. São Paulo, ABCP, 2009. 162 p.

ALMEIDA, Guilherme Vieira; SILVA, Raquel Naiara Fernandes. Aplicação integrada de SIG e BIM no estudo de viabilidade de rodovias. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v. 14, n. 34, p. 37-51, 2023.

BENCKE, Luciana Regina; PEREZ, Anderson Luiz Fernandes; DA COSTA ARMENDARIS, Osvaldo. Rodovias Inteligentes: uma visão geral sobre as tecnologias empregadas no Brasil e no mundo. **iSys-Revista Brasileira de Sistemas de Informação**, v. 10, n. 4, pág. 80-102, 2017.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Transportes no Rio Grande do Norte. [s.l.] : Ministério do Transporte. 2000. Disponível em: <<https://www.gov.br/transportes/pt-br/centrais-de-conteudo/rn-2000-pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

BRASIL. Arquivo Nacional. Washington Luís 1926 - 1930. [s.l.] : Arquivo Nacional - Centro de Referência de Acervos Presidenciais. [s.d.]. Disponível em: <<http://presidentes.an.gov.br/index.php/arquivo-nacional/58-servicos/descricoes-arquivisticas/162-washington-luis>>. Acesso em: 09 dez. 2023.

CARVALHO, Ícaro. Estrada de lutos: BR-304 teve 134 mortes em cinco anos no RN. **Tribuna do Norte**, Natal, 28 out 2023. Disponível em: <<https://tribunadonorte.com.br/natal/estrada-de-lutos-br-304-teve-134-mortes-em-5-anos/>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

CENTRO DE PESQUISA E ENSINO APLICADA – USP. **Rodovias**. Disponível em: <<http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo4A/rodovias.htm>>. Acesso em: 22 de fev. 2024

CHAVES, F. S. R.. **Utilização do geoprocessamento no mapeamento criminal na região metropolitana de João Pessoa – PB**. Monografia – Bacharelado em Geografia -

Universidade Federal da Paraíba. Paraíba, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/657>>. Acesso 14 dez. 2023.

CNT. **Anuário CNT do Transporte** - Estatísticas Consolidadas. Brasília: Confederação Nacional do Transporte. 2022. Disponível em: <<https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2022/>>. Acesso em: 07 dez. 2023.

CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias**. Brasília: Confederação Nacional do Transporte. 2023. Disponível em: <<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 07 abr. 2024.

COSTA, T. C. F. *et al.* O Uso de Geotecnologias Na Atualização da Malha Rodoviária Federal Estratégica No Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. In: **33 ANPET-Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. 2019.

COSTA, Vander. **Pesquisa CNT de Rodovias**. Brasília: Confederação Nacional do Transporte. 2019. Disponível em: <<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

COSTA, Vander. **Pesquisa CNT de Rodovias**. Brasília: Confederação Nacional do Transporte. 2023. Disponível em: <<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 13 dez. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT) – IPR 742. **Manual de Implementação Básica de Rodovia**. 3ª Edição. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT) – IPR 726. **Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários Escopos Básicos / Instruções de Serviço**. 3ª Edição. Rio de Janeiro, 2006.

EPIFANIO, Mileno Alexandre Barbosa. UMA ANÁLISE MULTIVARIADA DE DADOS SOB A ÓTICA DE ACIDENTES OCORRIDOS NA BR 304-RN. Mossoró, 2023. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/2ebd9f26-71b4-4a1e-9dc9-3f9131c851a4/content>>. Acesso em: 08 de abr. de 2024.

FRAGA, Emerson Fonseca. Mais de 5.500 pessoas morreram nas rodovias federais em

2023, maior número em seis anos. **Notícias R7**, Brasília, 12 de fev. de 2024. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/cidades/rodovias-federais-registram-5261-mortos-em-2023-maior-numero-dos-ultimos-sete-anos-12022024/>>. Acesso em: 10 mar. 2024.

GONÇALVES, Vergniaud Calazans. **Automóvel no Brasil: 1893-1966**. São Paulo: Edimóvel, 1966.

GORTAIRE, Camila Andrade. **Importância da geometria, da sinalização e das condições de superfície nas rodovias do Brasil – análise de segmentos críticos da malha rodoviária de Sergipe**. São Cristóvão, 2022. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2022. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/16298/2/Camila_Andrade_Gortaire.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2024.

HUERTAS, D. M. **Quando governar é abrir estradas: o processo de construção histórica do rodoviarismo em São Paulo**. História (São Paulo) , v. 41, p. e2022042. São Paulo: Unesp. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

LOPES, Edésio Elias. **PROPOSTA METODOLÓGICA PARA VALIDAÇÃO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO DO GOOGLE EARTH PARA A PRODUÇÃO DE MAPAS**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

MATTEI, L. M. **“A estrada vai além do que se vê”: uma análise sobre impactos sociais de concessões de rodovias**. Dissertação (Mestrado) - Desenvolvimento e Gestão Social, Universidade Federal da Bahia. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/23785>>. Acesso em: 27 fev. 2024.

MIRANDA, Rian das Dores de; SALVI, Levi. **Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 05, Vol. 07, p. 79-98 Maio de 2019. ISSN: 2448-0959.

Disponível em: < <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenhariacivil/tecnologia-bim> >. Acesso em: 10 abr. 2024.

MONTEIRO, Carlos Alberto Garcia. **FERRAMENTAS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISE FORENSE DE PATOLOGIAS ASFÁLTICAS DE RODOVIAS**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Forenses, Programa de Pós-Graduação em Ciências Forenses, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unifesspa.edu.br/bitstream/123456789/2256/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_%20Ferramentas%20de%20sensoriamento%20remoto%20.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2024.

SILVA, E.J.R.; RANGEL, M. P.; CAMPOS, P.C.O. Análise altimétrica de baixo custo para projeto básico em levantamento geométrico de rodovia existente. In: **Anais do 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET**. 2020. p. 2684-2691.

SILVA, Pauliana Gome da. **DUPLICAÇÃO DE RODOVIA – UM ESTUDO ACERCA DA ESSENCIALIDADE E EFICIÊNCIA DA IMPLANTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE IRACEMA-CE**. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/870622dd-7879-47c3-855e-fb379b4be4c8/content>>. Acesso em: 28 mar. 2024.

SILVA JUNIOR, Juarez Antônio da; FRANCA, Thaisa Manoela Silva; MORAES, Vanessa Silva de. Avaliação da acurácia planimétrica de imagens Google Earth numa zona urbana e rural o estado de Pernambuco, Brasil. **Rev. cartogr.**, Ciudad de México , n. 105, p. 117-133, dic. 2022 . Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2663-39812022000200117&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 13 abr. 2024. Epub 10-Oct-2022. <https://doi.org/10.35424/rcarto.i105.1386> .

TEIXEIRA, N.N.; JESUS, DS de.; VIEIRA, JRS. **Análise do traçado geométrico e desempenho de segurança do trecho curvo de bloqueio do Km 448 da Rodovia BR – 101**. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento , [S. l.] , v. 1, pág. e29612139738, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i1.39738. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39738>>. Acesso em: 15 abr. 2024.

OKUMURA, Stella Harumi. Além da indústria automobilística: políticas de incentivo às rodovias do governo Washington Luís ao primeiro choque do petróleo (1926-1973). In: **IX Encontro de Pós-graduação em História Econômica e 7ª Conferência Internacional de História de Empresas, Ribeirão Preto, SP. 2018.**