



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

IVANLUIGI PAGEÚ JATAÍ SOBREIRA

**A UTILIZAÇÃO DE DESVIOS COMO SOLUÇÃO PARA IMPACTOS GERADOS
POR RODOVIAS NA ÁREA URBANA EM CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO
PORTE**

PAU DOS FERROS

2017

IVANLUIGI PAGEÚ JATAÍ SOBREIRA

**A UTILIZAÇÃO DE DESVIOS COMO SOLUÇÃO PARA IMPACTOS GERADOS
POR RODOVIAS NA ÁREA URBANA EM CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO
PORTE.**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Marília Cavalcanti Santiago.

PAU DOS FERROS

2017

© 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.

S677u Sobreira, Ivanluigi Pageú Jataí.
A Utilização de desvios como solução para impactos gerados por rodovias na área urbana em cidades de pequeno e médio porte. / Ivanluigi Pageú Jataí Sobreira. - 2017.
75 f. : il.

Orientadora: Marília Cavalcanti Santiago.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de , 2017.

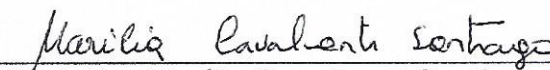
1. Desvio rodoviário. 2. Mobilidade. 3. Qualidade de vida.. I. Santiago, Marília Cavalcanti, orient. II. Título.

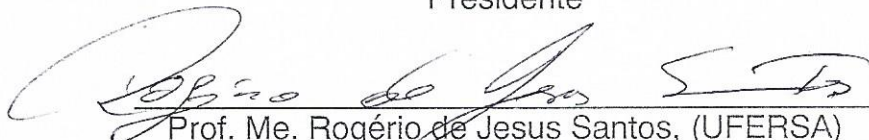
A UTILIZAÇÃO DE DESVIOS COMO SOLUÇÃO PARA IMPACTOS GERADOS
POR RODOVIAS NA ÁREA URBANA EM CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO
PORTE.

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 22 / 05 / 2017.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Me. Marília Cavalcanti Santiago, (UFERSA)
Presidente


Prof. Me. Rogério de Jesus Santos, (UFERSA)
Membro Examinador


Prof. Jennef Carlos Tavares, (UFERSA)
Membro Examinador

“À minha família, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi o que me deram em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada”.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que em meus momentos mais difíceis durante toda essa trajetória, me deu forças para combater as adversidades.

Aos meus pais, pelo amor e incentivo que me deram para que eu nunca desistisse dos meus sonhos.

Aos meus professores, por compartilharem seus conhecimentos e me ensinaram a ser um profissional com ética e respeito.

A minha orientadora, Marília Cavalcanti Santiago, pela paciência durante toda a orientação, correções e ensinamentos que me incentivaram a fazer este trabalho.

Aos meus colegas de turma, em especial, Ana Taís, Beatriz Barra, Renata Morato, Sariny Nobre, Francisco Raí, Matheus Alves, Rogian Matheus, Hécio Barros, Harranna Ávilla e Ully Martins que me proporcionaram momentos de alegria e diversão, momentos estes que nunca vou esquecer.

As minhas amigas, Rejanne Souto e Gabriela Maria, por todo carinho e amor que me deram.

Aos meus amigos, em especial, Felipe Magnus, por estar ao meu lado em momentos conturbados e que demonstrou uma grande amizade.

Aos membros do grupo Whiskyatório, pelo companheirismo transmitido pelos mesmos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta árdua jornada, o meu muito obrigado.

“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento e não na vitória propriamente dita.”

Mahatma Ghandi.

RESUMO

Considerando que a maioria das cidades de pequeno e médio porte no Brasil convivem com os impactos e interferências características das rodovias em sua área urbana, este estudo apresenta a implantação de desvios ou anéis rodoviários como uma solução tecnicamente viável para a redução desses impactos. O estudo caracteriza esse problema na cidade de Pau dos Ferros, no semiárido Potiguar, que é atravessada pela rodovia federal, BR 405. Com o objetivo de propor a solução para esta situação que interfere nos deslocamentos nesta localidade, o trabalho analisa e apresenta os projetos do anel viário, em execução entre as cidades de Juazeiro do Norte e Crato no Ceará, cujo benefício será a redução do fluxo de veículos pela área central, especialmente nos períodos de grande fluxo de pessoas às romarias em devoção ao Padre Cícero. A implantação de desvios rodoviários não se apresenta como uma solução de baixo custo para esse problema, mas pode proporcionar melhor qualidade de vida e mobilidade quando de sua implantação, como foi o caso da cidade de Juazeiro do Norte, obtendo resultados significativos para a melhora do fluxo no sistema viário da cidade, expondo que a utilização de desvios para a diminuição de impactos gerados por rodovias nas áreas urbanas em cidades de pequeno e médio porte, oferece benefícios para a população local.

Palavras-chave: Desvio rodoviário, mobilidade, qualidade de vida.

ABSTRACT

Considering that most of the small and medium-sized cities in Brazil coexist with the impacts and interferences of the highways in their urban area, this study presents the implementation of road or ring detours as a technically feasible solution to reduce these impacts. The study characterizes this problem in the city of Pau dos Ferros, in the semi-arid Potiguar, which is crossed by the federal highway BR 405. In order to propose the solution to this situation that interferes with the displacements in this location, this work analyzes and presents the ring road project, running between the cities of Juazeiro do Norte and Crato in Ceará, whose benefit will be the reduction of the flow of vehicles through the central area, especially in periods of great flow of people to the pilgrimages in devotion to Father Cicero. The implementation of road diversions is not a low-cost solution to this problem but can provide a better quality of life and mobility at the time of its implementation, such as the case in the city of Juazeiro do Norte, obtaining significant results for the improvement of the flow in the city's road system, showing that the use of detours reduces the impacts generated by highways in urban areas in small and medium-sized cities and offers benefits for the local population.

Key words: Road diversion, mobility, quality of life.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Classificação de vias quanto a posição. -----	24
Figura 2: Percurso da BR-405. -----	33
Figura 3: Logo do Endomondo. -----	36
Figura 4: Perfil de elevação do lado direito de Pau dos Ferros. -----	39
Figura 5: Perfil de Elevação do lado esquerdo de Pau dos Ferros. -----	40
Figura 6: Índices planimétricos do projeto. -----	41
Figura 7: Curvas Horizontais do lado esquerdo. -----	42
Figura 8: Curvas horizontais do lado direito. -----	43
Figura 9: Características técnicas. -----	44
Figura 10: Trajeto dentro da área urbana. -----	47
Figura 11: Resultado do trajeto dentro da área urbana. -----	47
Figura 12: Trajeto pelo anel viário. -----	48
Figura 13: Resultados do trajeto pelo anel viário. -----	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação de malhas rodoviárias.	21
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Motivo de deslocamento dos moradores.	33
Gráfico 2: Avaliação da travessia da rodovia pelos pedestres.	34
Gráfico 3: Avaliação do tráfego da rodovia pelos motoristas.....	34
Gráfico 4: Problemas resultantes da rodovia na área urbana.	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características Típicas de Vias na Hierarquia Funcional. -----	26
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CE	Ceará
CNT	Confederação Nacional de Transporte
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DEPEC	Departamento de Pesquisa e Estudos Econômicos
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IFRN	Instituto Federal do Rio Grande do Norte
RN	Rio Grande do Norte
UERN	Universidade Estadual do Rio Grande do Norte
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
m	Metros
km	Quilômetros
km/h	Quilômetros por hora

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	18
2.	JUSTIFICATIVA	19
3.	OBJETIVOS	20
3.1	Geral	20
3.2	Específico.....	20
4.	REFERENCIAL TEÓRICO	21
4.1	Classificação funcional de vias.....	22
4.2	Contornos e Anéis viários	27
4.3	Elementos de projeto	28
4.4	Traçado.....	29
4.5	Curvas horizontais	29
4.6	Seção transversal	30
4.7	Interseções rodoviárias	30
4.8	Distância de visibilidade	31
4.9	Sinalização	31
4.10	Situação de pau dos ferros.....	32
4.11	Endomondo.....	35
5.	METODOLOGIA.....	37
5.1	Caracterização do estudo de caso.....	37
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
6.1	Traçado.....	39
6.1.1.	Traçado Juazeiro do Norte	39
6.1.2.	Traçado Pau dos Ferros	39
6.2	Curvas horizontais	41
6.3	Curvas horizontais do lado esquerdo.....	41

6.4	Curvas horizontais do lado direito.....	42
6.5	Seção transversal	43
6.6	Camadas do pavimento	45
6.7	Interseções.....	45
6.8	Sinalização	46
6.9	Indicadores de melhoria do desvio.....	46
6.10	Trajetos antigos	46
6.11	Anel viário	48
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS.....	51
	ANEXOS	54
	ANEXO A – Mapa Situacional.....	54
	ANEXO B – Projeto Geométrico 1.....	55
	ANEXO C – Projeto Geométrico 2.....	56
	ANEXO D – Projeto Geométrico 3.....	57
	ANEXO E – Projeto Geométrico 4.....	58
	ANEXO F – Projeto Geométrico 5.....	59
	ANEXO G – Projeto Geométrico 6.....	60
	ANEXO H – Projeto Geométrico 7.....	61
	ANEXO I – Seção Transversal estacas 0 a 140.....	62
	ANEXO J – Seção Transversal estacas 140 a 260.....	63
	ANEXO L – Seção Transversal com alça do viaduto na estaca 125.....	64
	ANEXO M – Terraplenagem das estacas 0 a 240.....	65
	ANEXO N – Terraplenagem da estaca 125 e das estacas 240 a 260.....	66
	ANEXO O – Camadas do pavimento.....	67
	ANEXO P – Interseção de rotatória.....	68
	ANEXO Q – Interseção na estaca 130.....	69

ANEXO R – Interseção na estaca 250.....	70
ANEXO S – Interseção Lateral.....	71
ANEXO T – Projeto de Sinalização Vertical 1.....	72
ANEXO U – Projeto de Sinalização Vertical 2.	73
ANEXO V – Projeto de Sinalização Vertical 3.	74
ANEXO X – Sinalizações Horizontais.	75

1. INTRODUÇÃO

Segundo Voltolini (2011) as rodovias são grandes ícones de economia para as suas cidades, pois a população tende a evoluir a suas margens. Infelizmente essa evolução não acontece de acordo com o planejamento urbanístico que tem como objetivo juntar as necessidades da população sem interferir na função da rodovia. Caso o planejamento não tiver efeito, a evolução populacional nas margens das rodovias pode causar problemas não só para os motoristas locais como também para a população, tornando o trecho rodoviário perigoso.

O trabalho se refere ao uso de desvios viários como uma solução para os problemas causados em cidades de pequeno e médio porte, cuja área urbana é atravessada por rodovias. Observa-se que na maioria das cidades cortadas por essas vias arteriais a cidade não possui um sistema viário local que pudesse favorecer a mobilidade sem disputar o espaço com o tráfego das rodovias, caracterizado por volumes maiores com grande percentual de veículo pesados de carga.

Desvio de rodovia é comumente utilizado para facilitar o trânsito em grandes cidades e acaba sendo a solução mais utilizada pelos órgãos responsáveis pelas rodovias para retirar o trânsito de passagem das áreas urbanas.

O trabalho também apresenta, além de uma análise dos problemas causados pelas rodovias que cortam as áreas urbanas, os desvios rodoviários como solução técnica para afastar das cidades os problemas ocasionados para o tráfego local, com base no estudo de caso da CE 292, no estado do Ceará (CE), entre as cidades do Crato e Juazeiro do Norte.

2. JUSTIFICATIVA

Este trabalho apresenta os desvios ou anéis viários como solução para os problemas de mobilidade gerados pelo tráfego característico das rodovias que atravessam a maioria das cidades de pequeno e médio porte no Brasil, a exemplo de Pau dos Ferros no Rio Grande do Norte (RN). Sem um planejamento do uso do solo e da rede viária urbana, esses trechos rodoviários passam a ser a única alternativa para a circulação do tráfego de veículos local, impactando inclusive os deslocamentos realizados por pedestres. A pesquisa foi realizada no desvio rodoviário em execução entre as cidades de Juazeiro do Norte e Crato no Ceará, para a reduzir esses impactos. Esta pesquisa poderá auxiliar no desenvolvimento de estudos para verificar a viabilidade de implantação de uma solução semelhante que reduz os problemas gerados pela BR-405 que atravessa a área urbana da cidade de Pau dos Ferros, no Oeste Potiguar.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

- Propor a implantação de desvio rodoviário para diminuir os impactos gerados pela BR 405 no centro urbano da cidade de Pau dos Ferros, no Rio Grande do Norte, com base no projeto em execução na cidade de Juazeiro do Norte-CE.

3.2 Específico

- Analisar e caracterizar a solução utilizada para acessibilidade e mobilidade urbana realizada entre as cidades de Crato e Juazeiro do Norte no Ceará.
- Tomar base o resultado do desvio da CE 292 para mostrar os benefícios que poderá ocorrer na cidade de Pau dos Ferros, RN.
- Propor estudo para verificar a viabilidade da implantação de um desvio rodoviário na cidade de Pau dos Ferros, RN, cortada pela BR-405.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Dentre todos os diversos modais de transporte existente no Brasil, o modo rodoviário é o que predomina em todo o território, tanto para uso de transporte de passageiros como de cargas. Segundo o Departamento de Pesquisa e Estudos Econômicos (DEPEC), em 2014 o transporte rodoviário representava 61.1% de toda carga transportada no país, seguido de 21% do modo ferroviário.

Segundo dados de 2008 da Confederação Nacional do Transporte (CNT) a malha rodoviária brasileira tem uma extensão de 1.751.872 de quilômetros de estrada de uso rural e rodovias federal, com apenas 11,1% pavimentadas, representando 196.093 km. Com base as informações publicadas no site Logística Descomplicada e no site Lista 10, foi possível fazer uma comparação das malhas rodoviárias do Brasil, com o da Rússia, China e Índia, foi possível criar o quadro 1.

Tabela 1: Comparação de malhas rodoviárias.

País	Tamanho territorial	Malha viária
Brasil	8.515.767 km ²	200.000 km
China	9.596.960 km ²	1.500.000 km
Índia	3.287.590 km ²	1.500.000 km
Rússia	17.075.400 km ²	600.000 km

Fonte: Acervo do autor, 2017.

A Índia apresenta a mesma quantidade de quilometragem que a China, um milhão e meio de quilômetros de rodovias pavimentadas. O Brasil apresenta apenas 200 mil km de rodovias pavimentadas, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o território brasileiro é de 8.515.767 km², enquanto a Índia tem 3.287.590 km², bem inferior territorialmente ao Brasil, porém uma malha pavimentada muito superior a malha brasileira

Os transportes, considerando sua função primordial para a economia e desenvolvimento de uma localidade, influência diretamente a economia de uma cidade e de toda a região, visto que facilita a entrada e saída de novos produtos de uma localidade para outra.

Segundo Senna (2014) a crescente globalização implica numa tendência de um crescimento substancial no transporte. O rápido adensamento das áreas

urbanas traz entre tantos problemas o crescimento da frota de veículos em circulação. Segundo o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), a frota de veículos em circulação no Brasil, cresceu mais de 100% entre de outubro de 2006 (44.722.642 veículos) e outubro de 2016(93.305.422 veículos).

Sem planejamento urbano prévio, as cidades tiveram que se adaptar com as interferências do novo trânsito de veículos, sempre crescente. Esta nova situação trouxe uma mudança preocupante na qualidade de vida das cidades, prejudicada pelos diversos impactos sociais, econômicos e ambientais do trânsito de veículos. Entre tantos impactos, merece atenção, os problemas gerados pela presença de rodovias que atravessam as áreas urbanas, principalmente em cidades de pequeno e médio porte. Essas cidades têm, na maioria das vezes, um trecho rodoviário como principal via para acessar seus destinos desejados e são obrigados a conviver com um trânsito intenso e caracterizado principalmente por veículos de carga pesada.

As cidades de pequeno e médio porte, principalmente as do interior, são bastante utilizadas porque fazem as ligações entre centros urbanos de maior porte. E por isso sofrem a interferência do fluxo de passagem das rodovias. Na maioria das vezes essas cidades não possuem um sistema viário local que possibilitasse desviar o trânsito local dos trechos rodoviários.

4.1 Classificação funcional de vias

Segundo o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT) de 2010, o procedimento adotado para se ordenar as vias depende dos serviços e funções das vias a serem analisadas, pois a partir dessa classificação pode se identificar a natureza e sua função da mesma.

Ainda de acordo com o Manual do DNIT, os critérios normalmente a serem utilizados nas canalizações de vias são a mobilidade e acessibilidade. A mobilidade que é definida como a facilidade de deslocamento e a acessibilidade a facilidade que uma via oferta da origem ao destino.

Como consequências disto as vias retratam diminuição dos impactos gerados por uma canalização que não apresenta nenhum tipo de organização, pois a partir do momento que se define a mobilidade e acessibilidade de uma via, a mesma

tende a exibir um fluxo menos descomplicado e mais agradável de utilizar. (DNIT, 2010)

As categorias de classificação funcional das vias apresentadas no Manual de Projetos do DNIT foram baseadas em métodos utilizados no Brasil e em outros países a partir de trabalhos e publicações, sendo eles os seguintes:

- Normas para a Classificação Funcional de Vias Urbanas – DNER – 1974
- Sistema Viário Nacional na Modalidade Rodoviária – ABNT – 1976
- Highway Functional Classification: Concepts, Criteria, and Procedures – Federal Highway Administration – 1989
- A Policy on Geometric Design of Highways and Streets – AASHTO – 2004.

Fundamentado nessas informações o DNIT (2010) dividiu em quatro categorias básicas que apresentam características e funções diferentes. As categorias são: sistema arterial principal, sistema que favorece a maior demanda de veículos, considerada pelo autor uma estrutura básica de circulação. Sistema arterial secundário, também atende a maior parte da demanda, porém não é considerada uma estrutura básica. Sistema coletor, tem função de deslocar o tráfego local para as vias arteriais e reciprocamente deslocar os veículos das arteriais para as vias locais. E o sistema local, ainda pelo mesmo autor, considera as ruas e vias que destinam os usuários as propriedades públicas e privadas.

Segundo Goldner (2008), as classificações de vias são baseadas em diversos parâmetros, tais como:

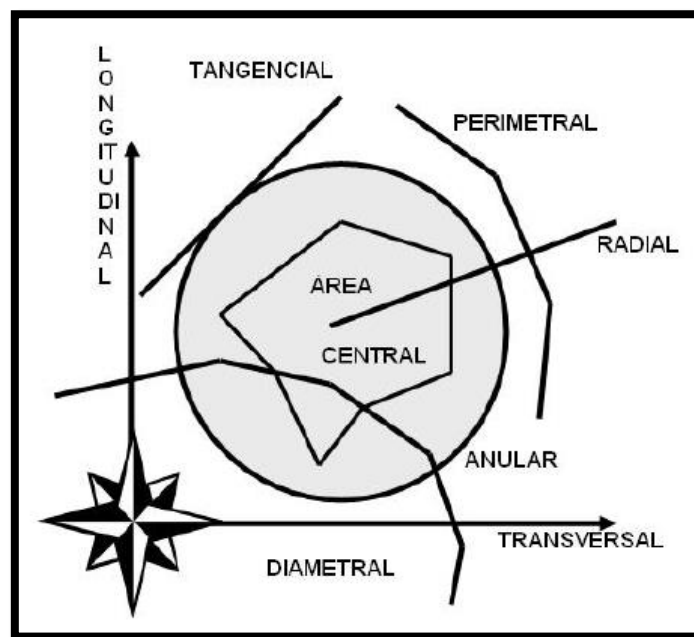
- Quanto ao gênero: aerovias, dutovias, ferrovias, hidrovias e rodovias.
- Quanto à espécie: urbana, interurbana, metropolitana e rural.

De acordo com o autor, a espécie indicará se a rodovia se localiza dentro da área urbana (urbana), se faz ligação entre centros urbanos (interurbano), se está contida em centros metropolitanos (metropolitana) ou se está fora da área urbana (rural).

- Quanto à posição: radiais, perimetrais, longitudinais, transversais, anulares, tangenciais e diametrais.

As vias radiais ligam os bairros ao centro urbano. As perimetrais se encontram na periferia da cidade. A longitudinal por sua vez é uma via que estendida de norte ao sul. As transversais estendidas de leste ao oeste. Anulares são as vias que contornam o centro urbano. As tangenciais criam uma tangente em relação ao centro urbanizado. E por fim as diametrais cruzam o centro urbano, porém seus extremos estão localizados fora dele (GOLDNER, 2008).

Figura 1: Classificação de vias quanto a posição.



Fonte: Goldner, 2008.

Goldner também classifica quanto ao tipo, porém apresenta outras divisões.

- Quanto à relação da superfície natural do terreno: em nível, rebaixada, elevada e em túnel.
- Quanto ao número de pistas: simples e múltiplas.
- Quanto a natureza da superfície de rolamento: pavimentada, simplesmente revestida e terreno natural.
- Quanto às condições operacionais: sentido único, sentido duplo, reversível, interditada (a uma parte ou a todos os veículos) e com ou sem estacionamento.
- Quanto à jurisdição: federal, estadual, municipal e particular.

O quadro 1, mostra as características de vias na hierarquização funcional com base em um arquivo, de acordo com o site Poli Usp, onde o mesmo expõe como classificação funcional das vias em quatro categorias, bem semelhante ao DNIT (2010):

Quadro 1: Características Típicas de Vias na Hierarquia Funcional.

	VIAS LOCAIS	VIAS COLETORAS	VIAS ARTERIAIS	VIAS EXPRESSAS
Atividades Predominantes	Caminhada a pé, acesso de veículos, entrega de mercadorias, serviços aos domicílios, veículos lentos em movimento.	Movimento veiculares no início e final das viagens, paradas de coletivos.	Tráfego para vias expressas, operação de coletivos, trajetos de média/curta distância	Veículos em movimento rápido, trajetos de longa distância.
Tráfego local	Comum (função essencial)	Grande	Pequeno	Quase inexistente
Tráfego através	Quase inexistente	Quase inexistente	Comum (de média distância)	Comum (de longa distância)
Estacionamento de Veículos	Permitido (exceto em locais inseguros)	Permitido e muito utilizado	Restrito (em função das condições de tráfego)	Proibido (proporcionado em vias locais paralelas)
Movimento de Veículos Pesados	Permitido para entregas e serviços	Regulamentação de atividades de entregas e serviços e de percurso	Regulamentação por percurso	Permitido (função importante para distribuição e tráfego através)
Acesso Veicular ao Uso do Solo	Permitido (função essencial) interseções frequentes	Disciplinado (locais seguros), interseções frequentes com movimentos permitidos.	Restrito e protegido (para 26olos geradores) interseções espaçadas ou com proibição de movimentos (vias divididas)	Proibido (proporcionado em vias locais paralelas), acesso controlado por ramais bem espaçados.
Movimento de Pedestres	Livre com cruzamentos aleatórios	Controlado em faixas de pedestres	Protegido e canalizado (interferência mínima no tráfego)	Segregação total (com separação de níveis)
Regulamentação de Velocidades	Limite de 20 a 30 km/h (pequenos raios de curvatura e obstáculos eventuais)	Limite de 40 a 50 km/h (raios de curvatura moderados e obstáculos em situações extremas)	Limite de 60 km/h (sem raios de curvatura reduzidos e obstáculos para controle de velocidades)	Limite superior a 80 km/h (exceto onde a geometria for desfavorável)
Características da Via	Pistas simples sem divisão, com faixas de rolamento estreitas ou estacionamento permitido.	Pistas simples ou separadores simples, faixas comuns (>3m), estacionamento permitido (2 m a 2,5m).	Pistas separadas com canteiro largo, faixas largas e baias de conversão (função da maior velocidade)	Múltiplas pistas, separadas por canteiros, faixas largas (3,6 m), acostamentos ou baias laterais, vias auxiliares de transição e ramais de acesso/egresso.

Fonte: <http://sites.poli.usp.br/d/ptr2437/Cap%C3%ADulo2a.pdf>, 2017.

4.2 Contornos e Anéis viários

A definição de anel viário, de acordo com a Norma DNIT 003/2002 – PAD: “Trecho de rodovia destinada à circulação de veículos na periferia das áreas urbanas, de modo a evitar ou minimizar o tráfego no seu interior, circundando completamente a localidade”.

Diferentemente de contorno viário, conforme a Norma DNIT 003/2002 – PAD: “Trecho de rodovia destinada à circulação de veículos na periferia das áreas urbanas, de modo a evitar ou minimizar o tráfego no seu interior, sem circundar completamente a localidade”.

Segundo Wolf (1968), citado por Pinto (2012).

Eugène Hénard conduziu diversos estudos sobre circulação e padrões de tráfego e analisou diversas redes de ruas e estradas em cidades europeias. Em 1903 Hénard propôs a transformação das antigas fortificações que envolviam Paris em nove parques a serem criados ao redor da cidade, os quais deveriam ser conectados por um anel viário, o chamado *Boulevard Pheripherique*.

A partir disso, Hénard influenciou vários urbanistas da Europa com a mudança de fortificações de defesa em anéis que facilitavam o transporte. E o conceito de anéis viários tinha suas primeiras criações durante essa era (PINTO, 2012).

Apesar de Hénard influenciar vários estudiosos durante o século XX. No século XVIII já se tinha conhecimento sobre contornos viários, uma vez que o Marylebone St. localizado em Londres, é conhecido como o primeiro contorno viário.

“Os contornos viários surgem com a necessidade de melhorar a fluidez dos deslocamentos, devido à saturação das vias das áreas mais centrais” (PINTO, 2012).

Já que os contornos e anéis eram utilizados em um tempo que havia pouco volume de automóveis, atualmente é uma solução bem mais comum nas cidades. Muitas vezes empregados sem o devido controle do crescimento populacional que se dirige para as margens do centro urbano, onde se encontra esses desvios.

Nas cidades de pequeno e médio porte, normalmente não há o controle do crescimento ao percurso de suas rodovias, sem planejamento no uso e ocupação do

solo. Podendo ocasionar conflitos entre o tráfego local, que geralmente é caracterizado por viagens curtas, e o tráfego de passagem que vem das rodovias. Logo se utiliza os contornos para se evitar a desordem no trânsito, deslocando o tráfego de passagem do centro urbano (FREIRE, 2003).

De acordo com Freire (2003) a comunidade comercial que tem negócios que são interferidos pelo trânsito de passagem se transfere para as localidades próximas aos contornos ou anéis gerando mudanças no crescimento da cidade. Mas quando não há planejamento urbano ou medidas que possam obstruir o acesso da população para a região do contorno, o mesmo se torna menos eficiente, pois futuramente o conflito entre tráfego local e de passagem voltará a acontecer.

Por isso quando se há alguma alteração nas rodovias de algum centro urbano, devem-se existir estudos para desviar e organizar o crescimento em torno das vias de contorno ou anéis, pois ambas se desenvolve em conjunto. Para que o avanço populacional em direção ao contorno não minimize sua eficiência, é necessário novos planos de ordenamento territorial e principalmente um plano diretor que bloqueie qualquer expansão em direção aos desvios (JUNIOR e FERREIRA, 2008).

4.3 Elementos de projeto

Na elaboração de um projeto de estrada vários parâmetros são considerados como topografia, traçado, fluxo de veículos e etc. Segundo Filho (1998) “a construção de uma estrada deve ser tecnicamente possível, economicamente viável e socialmente abrangente”.

Segundo o Manual de Travessias Urbanas do DNIT (2010), um projeto de uma rodovia, deve se basear no volume de tráfego previsto, que afeta as características geométricas como número e largura das faixas de rolamento, curvas horizontais, distâncias de visibilidade entre outras. Ainda segundo o manual a realização das pesquisas sobre o tráfego, sua composição devem ser de responsabilidade dos órgãos públicos responsáveis que deverão, após a implantação das melhorias, monitorar periodicamente para certificar se os benefícios planejados foram alcançados.

Filho (1998) estabelece outras etapas necessárias para a elaboração de um projeto viário, como levantamento topográfico para a caracterização do relevo da

área em estudo; estudos geológicos para conhecimento e caracterização dos solos e rochas presentes ao longo do trecho analisado, estudos hidrológicos para a impermeabilização das obras com o auxílio do sistema de drenagem e escoamento das águas de chuva, além de outros estudos relacionados ao orçamento e viabilidade econômica e estudos de impacto ambiental. O autor destaca ainda a importância dos estudos de pavimentação, interseções, sinalização que são implantados após a execução do corpo estradal, finalizando assim os elementos que garantem a segurança do fluxo na rodovia.

4.4 Traçado

Segundo Albano (2016) “traçado é a posição que a via ocupa sobre a superfície”. A decisão sobre a posição de uma nova rodovia deve levar em conta vários aspectos que influenciam a escolha do traçado. Segundo o autor, destacam-se como essenciais para o planejamento do traçado de uma rodovia o estudo do relevo dando ênfase, a topografia, condições geológicas e geotécnicas do local por onde a estrada vai passar.

Após a escolha do traçado, tendo em vista a topografia e condições geotécnicas do terreno, é lançado o greide, que é o perfil longitudinal da estrada que deve ser obedecido quando dá início propriamente dito de execução da obra. O greide retrata as diferenças de nível e cotas ao longo da estrada, expondo os pontos que serão executados cortes e aterros (FILHO, 1998).

4.5 Curvas horizontais

O projeto de estradas considera os pontos mais favoráveis para que não se torne caro, pois deve ser economicamente viável. Logo para o mais baixo custo, o traçado deve conter o menor caminho, ou seja, uma reta. Porém a topografia pode dificultar e nesse caso se executa curvas horizontais que contornem os obstáculos e favoreçam o traçado tornando assim concretizar a estrada (FILHO, 1998).

A curva horizontal circular é a mais simples que existe, tanto para cálculos como também de se executar e nada mais que a convergência de duas retas existentes no traçado. As curvas de transições demandam um maior conhecimento, porém não será levada em conta neste trabalho.

4.6 Seção transversal

O DNIT (2010) define a seção transversal como:

O alinhamento superficial transversal à via, incluindo a pista de rolamento, faixas de segurança, acostamentos, plataforma, sarjetas, valetas e taludes, entre as interseções com o terreno natural. Resulta da interseção de um plano vertical perpendicular ao eixo com a superfície do corpo estradal contido entre os limites da terraplenagem.

Depois de concretizar a terraplenagem, a seção transversal do pavimento pode ser definida. Seção que tem por obrigação suportar as cargas provenientes do tráfego que utilizará a estrada e também dos efeitos climáticos da região. (ALBANO, 2016)

Ainda segundo Albano (2016) há diversas maneiras e opções de seções transversais para se usar em uma obra de estrada, dependerá do projetista, que fará as considerações necessárias e desta maneira escolher a melhor seção transversal possível que atenda todas as condições.

Em relação a largura se utilizada para uma seção transversal, o Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas do DNIT afirmar que para que não exista interrupção do fluxo de veículos a pista deve apresentar uma faixa de largura igual ou superior a 3,60m.

4.7 Interseções rodoviárias

Em muitos casos as pistas não são totalmente isoladas e cruzam com outras pistas, o cruzamento que há é chamado de interseções. As interseções são de grande magnitude para que se possa chegar a outros destinos que não será possível pela utilização de apenas uma única rodovia (DNIT, 2010).

De acordo com Filho (1998), os dados principais para a definição das interseções são os seguintes: funcionais, físicos, tráfego, acidentes e financeiros. A classificação funcional dirá qual via tem maior importância evitando assim conflitos que causem acidentes. Os fatores físicos são a topografia, a existência de edificações, entre outros. Se há ou não a necessidade de movimentação de terra ou se tem possibilidade de prejudicar qualquer tipo de imóvel devido a vibrações e

sobrecarga do solo com o tráfego do local. Fatores que implicam diretamente na economia de uma interseção.

O volume de tráfego é a principal condição que o usuário da rodovia pensará quando realizar uma viagem, pois com menor volume de tráfego menor será o tempo necessário para se chegar ao destino. Logo também deve ser considerado o estudo de tráfego local. (FILHO, 2008)

Os acidentes é uma pesquisa de interesse, principalmente para os usuários. Os tipos e causas devem ser levados em conta durante uma obra de interseção. Os dados financeiros que definirão se existem subsídios o suficiente que tornarão viável a execução da interseção.

4.8 Distância de visibilidade

Segundo o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), a distância de visibilidade é a distância necessária para que motoristas de habilidades medianas possam evitar problemas durante o percurso, podendo ser de parada e de ultrapassagem.

A distância de visibilidade de parada deve permitir que o condutor do veículo possa perceber um obstáculo sobre a pista e parar o veículo, antes de atingi-lo com segurança. Compreende duas fases: tempo de percepção e reação do condutor ao acionar os freios e tempo de frenagem ou parada (COSTA e FIGUEIREDO, 2007).

Filho (1998) afirma que a distância de visibilidade de parada é a soma de duas parcelas que se referem a percepção, reação e a frenagem do veículo. E a distância de visibilidade de ultrapassagem é mais complicada, pois depende do tempo de percepção e ação do motorista, a aceleração inicial do veículo que está efetuando a ultrapassagem, a distância que o veículo que está sendo ultrapassado percorre durante a ultrapassagem e, caso exista um veículo no sentido contrário sua distância também deve ser considerada.

4.9 Sinalização

A sinalização de uma rodovia pode ser feita a partir de placas, pinturas horizontais na pista, painéis e etc. São de extrema importância para que possam guiar os usuários das rodovias, mostrando os limites que devem ser atendidos,

mostrando qualquer perigo que tem posteriormente na pista ou exibindo qualquer informação de relevância ao motorista (DNIT, 2010).

“De modo geral, a sinalização deve conquistar a atenção e a confiança do usuário, permitindo-lhe ainda um tempo de reação adequado”. (Manual de Sinalização Rodoviária DNIT, 2010,).

4.10 Situação de pau dos ferros

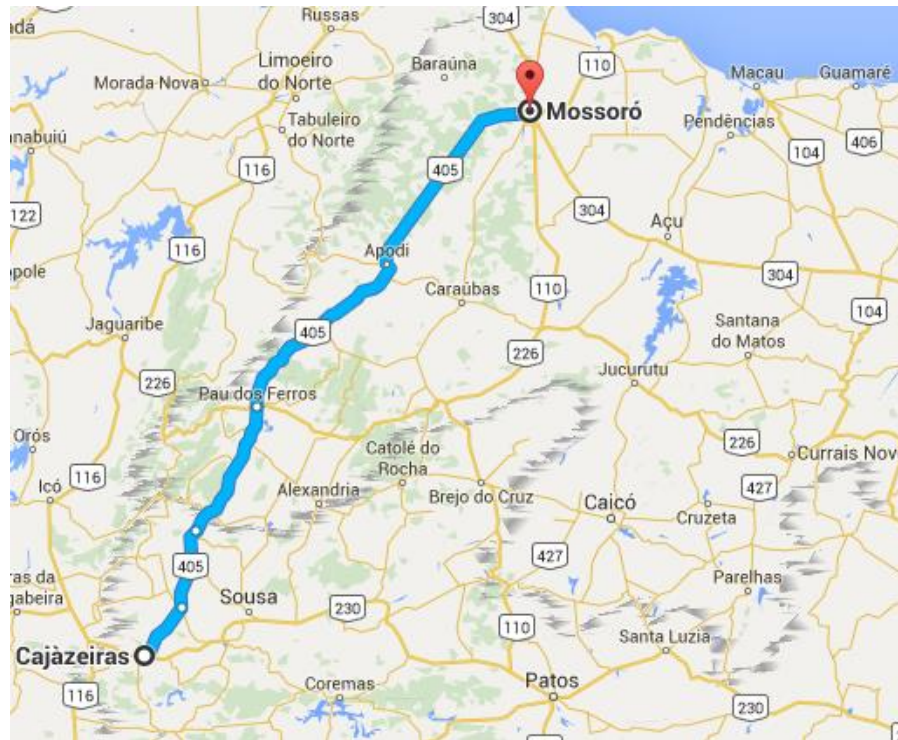
Segundo o IBGE no ano de 2014 apresentava 29.696 habitantes. Pau dos Ferros é uma cidade do interior do estado do Rio Grande do Norte, localizada a 390 km, segundo o Google Maps, de Natal, a capital do estado e a 150 km ao sul de Mossoró, segunda maior do estado do Rio Grande do Norte.

É uma cidade muito importante para a microrregião do oeste potiguar, pois a mesma apresenta cinco instituições de ensino, sendo três públicas (UFERSA; IFRN; UERN) e duas particulares.

Segundo Cupolillo (2006) citado por Rego (2015) ao implantar uma rodovia dentro de uma área urbana, o uso e ocupação do solo serão modificados e acarretará em perda de operacionalidade da rodovia em vários quesitos que por sua vez atingem também a comunidade local e devido a essas modificações, o mal uso de ocupação do solo pode ocasionar uma desvalorização ou valorização do solo.

O centro urbano de Pau dos Ferros, é cortado pela BR-405. Conforme o DNIT, uma rodovia de ligação pode ser dada em qualquer direção ligando rodovias ou cidades e pontos importantes. Uma rodovia de ligação apresenta nomenclatura de BR-4XX, onde após o 4 apresentará uma numeração de 00 a 99. Se a rodovia apresentar numeração de 00 a 50, significa que ela se localiza ao norte da Capital Federal e 51 a 99 se localiza ao sul. Logo a BR-405 é uma rodovia federal de ligação localizada ao norte da Capital Federal e que liga as cidades de Cajazeiras, PB, e Mossoró, RN, com extensão de 247,8 km, como demonstra a figura 2.

Figura 2: Percurso da BR-405.

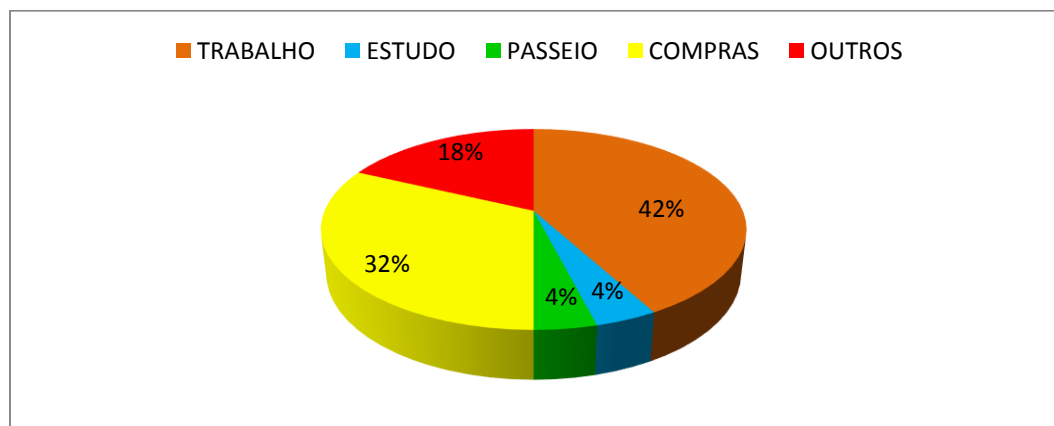


Fonte: Lima, 2015.

Segundo a pesquisa opinião sobre a BR-405 feita por Lima (2015), o mesmo levou em consideração quatro quesitos: o motivo do deslocamento dos moradores, avaliação da travessia da rodovia pelos pedestres, avaliação do tráfego da rodovia pelos motoristas e os problemas resultantes da rodovia na área urbana.

Segundo o gráfico 1, os moradores utilizam bastante a rodovia 405 para se locomover, sendo os dois motivos principais ir ao trabalho e para fazer compras.

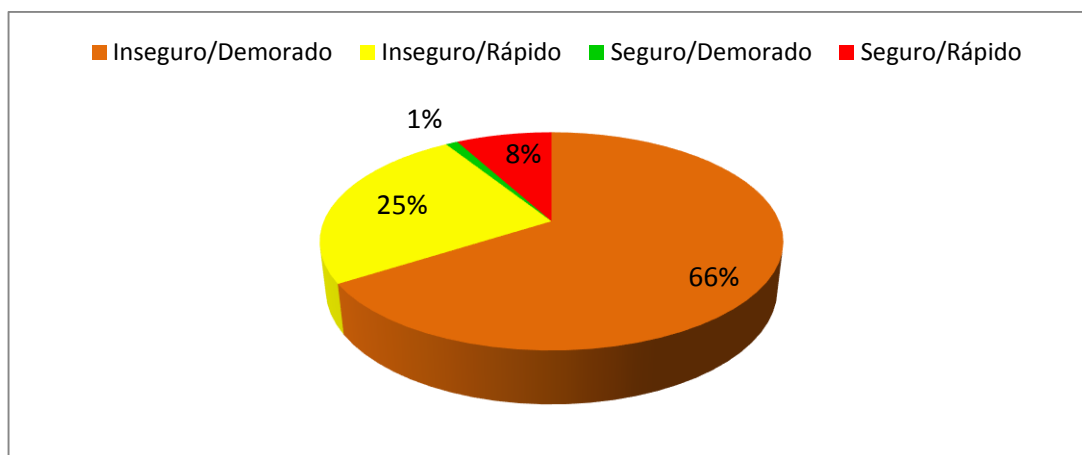
Gráfico 1: Motivo de deslocamento dos moradores.



Fonte: Lima, 2015

Embora a rodovia seja muito utilizada pelos moradores da cidade, os pedestres sentem-se, em sua maioria, inseguros no momento que tem necessidade de fazer a travessia na mesma e eles afirmam que demoram em fazê-la (Gráfico 2).

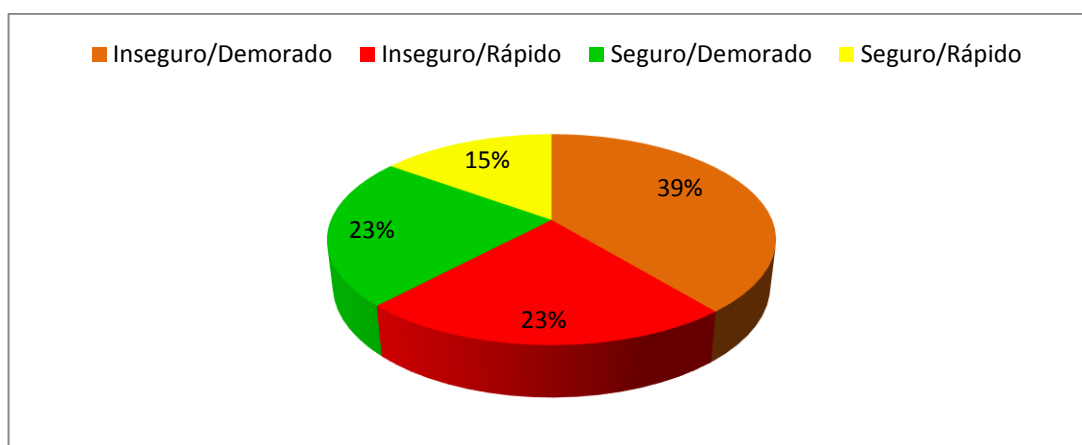
Gráfico 2: Avaliação da travessia da rodovia pelos pedestres.



Fonte: Lima, 2015

Segundo o Gráfico 3, os motoristas apresentaram diversas opiniões, sendo a maior delas afirmando que o tráfego na rodovia é inseguro e demorado, enquanto a categoria de motoristas que afirmam ser inseguro e rápido o tráfego empata com os motoristas que acham o tráfego da rodovia seguro, porém demorado.

Gráfico 3: Avaliação do tráfego da rodovia pelos motoristas.

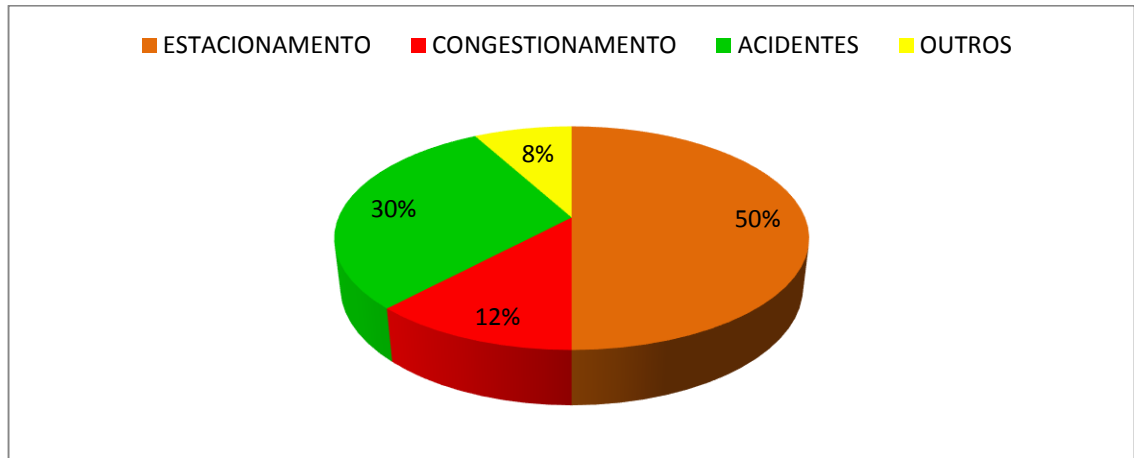


Fonte: Lima, 2015

As pessoas que participaram da pesquisa declaram que metade dos problemas que acontecem na rodovia é devido à dificuldade para se estacionar,

porém em consequência da presença da 405 no centro urbano da cidade de Pau dos Ferros, acontece congestionamentos, possivelmente causados pelo tráfego passageiro, como também acidentes, que é responsável por 30% dos problemas na rodovia (Gráfico 4).

Gráfico 4: Problemas resultantes da rodovia na área urbana.



Fonte: Lima, 2015

É perceptível que a BR-405 influencia a comunidade local diretamente, tanto de forma positiva como negativa. Por falta de planejamento e o mal uso de ocupação do solo esta rodovia causa problemas que não podem ser ignorados, pois ameaçam, em alguns casos, a vida da população que usufrui desta via.

Segundo Rego (2015) há duas soluções possíveis para a redução destes problemas. Uma delas é a mudança de medidas operacionais que possam proporcionar maior segurança e simultaneamente, apresenta um menor custo e menor tempo de execução. A outra solução, que geralmente é usada, é a construção de desvios, que possuem um alto custo de implantação, que por sua vez é o principal motivo deste trabalho.

4.11 Endomondo

O Endomondo é um aplicativo de smartphone que, através de GPS, cria o trajeto por onde o smartphone percorre. No final do trajeto, o aplicativo apresenta alguns resultados como: distância percorrida, tempo, ritmo médio, etc.

Conforme o site Endomondo foi projetado para pessoas que pratica exercícios e pretende rastreá-los, gerando resultados. A partir disso o aplicativo pretende motivar as pessoas para que pratiquem exercícios físicos ou permaneçam ativas, tornando as atividades físicas mais atraente, social e mais divertida.

Figura 3: Logo do Endomondo.



Fonte: Google Play, 2017.

5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho foi uma revisão bibliográfica e descritiva e também pesquisa de campo. Esta metodologia, segundo Gerhardt e Silveira (2009) caracteriza-se pela análise de opiniões e relatos sobre o problema a ser estudado. Neste trabalho a pesquisa bibliográfica foi realizada em publicações como livros, artigos, dissertações, teses e sites na internet buscando informações, para expandir os conhecimentos sobre o assunto de desvios e as situações que definem bem o sistema viário das cidades em estudo.

A pesquisa de campo possibilitou a consulta a documentos, projetos da obra que serão apresentados. Após a obtenção dos dados, os mesmos foram analisados e descritos, justificando a importância para a construção de uma obra viária. As visitas foram realizadas para conhecimento e acesso aos projetos no canteiro de obras e equipe de engenheiros responsáveis, para verificação da execução da obra objetivando visualizar os resultados almejados. Esta pesquisa no campo foi de grande valia vista as dificuldades de comunicação com os responsáveis pela concepção do projeto junto Secretaria das Cidades possa prejudicar na arrecadação dos dados e diminuindo o acervo de informações.

Além disso, através do uso um aplicativo no smartphone, Endomondo, foi possível fazer levantamento de alguns dados que mostrarão resultados concretos sobre a solução adotada na cidade de Juazeiro do Norte.

5.1 Caracterização do estudo de caso

A cidade de Juazeiro do Norte se localiza, de acordo com o Google Maps, aproximadamente a 500km da capital do estado do Ceará, Fortaleza, e a 12 km da cidade do Crato, CE. Devido à pouca distância entre Crato e Juazeiro, é comum que se resida em uma cidade e trabalhe na outra. Logo há uma grande quantidade de pessoas que, diariamente, percorrem essa distância, seja com o objetivo de se deslocar ao trabalhar, voltarem para suas casas e até mesmo transporte de cargas. Assim o aumento da frota de veículos, provocando congestionamentos nos horários de pico, é bastante comum.

Considerando que a cidade de Juazeiro do Norte é referência religiosa, mantendo uma estrutura para visita e adoração à imagem esculpida em pedra do

Padre Cícero, a região se caracteriza como polo atrativo turístico, realizando em algumas épocas do ano, romarias, motivo de grande fluxo de veículos. De acordo com o site da prefeitura, Juazeiro do Norte recebe 2,5 milhões anualmente, principalmente durante julho, setembro e novembro, onde acontecem as romarias religiosas, devido ao Padre Cícero.

Baseado nas informações de 2010 do IBGE, a população de Juazeiro é de 249.939 habitantes. Porém nos períodos citados essa população duplica e assim o sistema de trânsito fica sobrecarregado, causando congestionamentos, especialmente no horário de pico.

Em virtude desta situação, o governo do Estado então propôs a implantação de um anel rodoviário, para que pudesse diminuir os impactos causados por essa sobrecarga, entre as cidades de Juazeiro do Norte e Crato.

A construção dessa obra foi dividida em trechos, no qual apenas o trecho um foi concluído, que segundo o site Gazeta Cariri, custou R\$ 17 milhões. Porém durante o anúncio no site ainda faltava a implantação da sinalização vertical. O trecho dois e três ainda está em fase de andamento, que será o principal alvo de estudo deste trabalho.

Visto que há uma quantidade considerável de transporte de cargas e passageiros na localidade, a solução adotada para diminuir os congestionamentos, a poluição sonora e reduzir congestionamento foi a criação de um desvio para o tráfego.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Traçado

6.1.1. Traçado Juazeiro do Norte

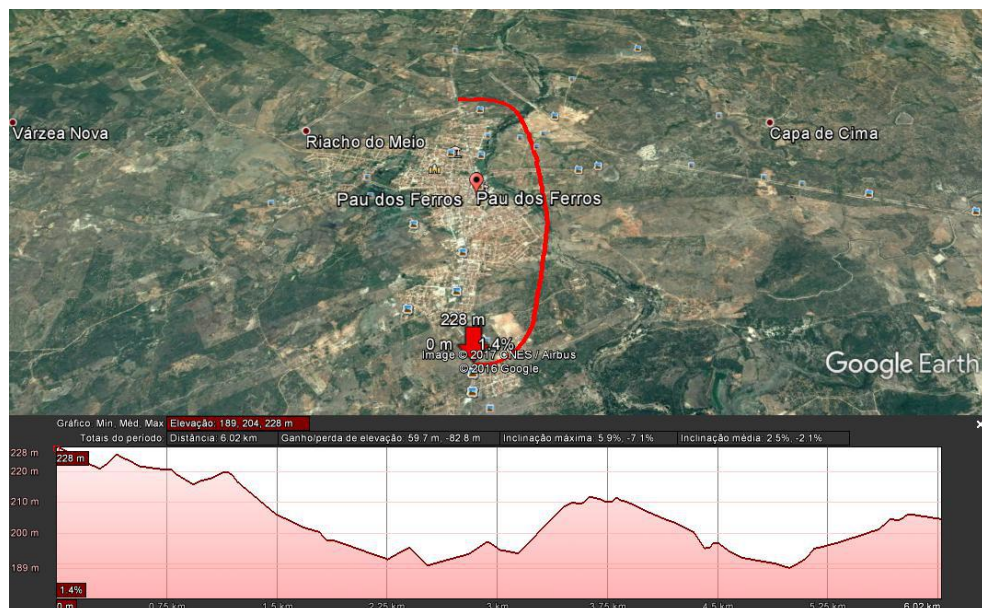
Como a solução adotada na cidade de Juazeiro do Norte foi um anel viário, então o desvio foi executado, embora não totalmente ainda, em volta do centro urbano. O projeto completo da obra apresenta-se dividido em três etapas de execução. Os trechos analisados são o trecho dois e três, que se unirão com o trecho um na ponte sobre o Rio Salgadinho.

Como pode ser visto mais detalhadamente no Anexo A (Mapa da Situação), a trajetória da pista foi escolhida em cima de uma curva de nível apresentando uma topografia mais plana e assim facilitando a construção da obra e diminuindo seus custos.

6.1.2. Traçado Pau dos Ferros

Esta facilidade, conforme indicado na figura 4, pode ser um agravante para a adoção da mesma solução na cidade de Pau dos Ferros devido a sua topografia acidentada pelo lado direito da cidade, paralela a BR-405.

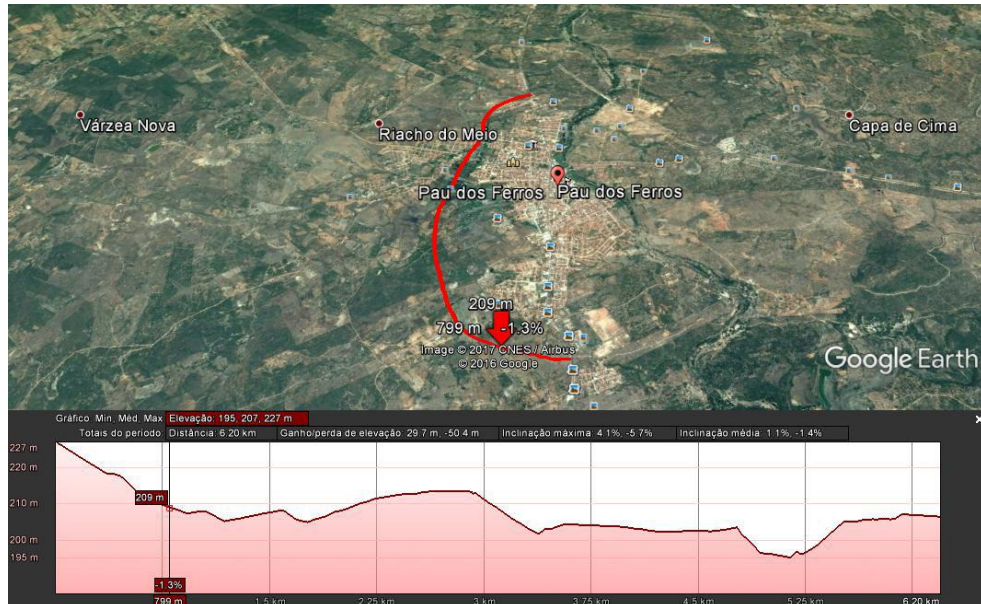
Figura 4: Perfil de elevação do lado direito de Pau dos Ferros.



Fonte: Google Earth, 2017.

Pelo lado esquerdo a situação é a mesma, a topografia demonstra muita diferença de nível, (Figura 5) o que poderia ocasionar algum aumento de custo da obra e dificultar sua execução.

Figura 5: Perfil de Elevação do lado esquerdo de Pau dos Ferros.



Fonte: Google Earth, 2017.

Como a pista tem um percurso muito grande, a distância entre estacas foi determinada de 20 metros com mais de 250 estacas dos dois lados da via, lado esquerdo e direito, que em algumas partes são divididos pelo canteiro central, que vai ser utilizado como ciclovia, e em outras partes pela ferrovia do veículo leve sobre trilhos (VLT). Conforme pode ser observado nos Anexos B, C, D, E, F, G e H.

Nestes mesmos anexos também pode se notar que há presença do greide em todo roteiro da rodovia. Greide que exhibe todas as estacas expondo as diferenças de níveis ao curso da obra. Segundo Costa e Figueiredo (2007) a infraestrutura de uma rodovia é, em geral constituída de cortes e aterros. Dessa maneira o greide é feito, preferencialmente, de forma que o volume de corte e aterro seja compensado em termos de área final, para que não haja maiores gastos com a movimentação de terra, item que mais encarece as obras de engenharia rodoviária em sua fase de implantação.

6.2 Curvas horizontais

Em todo percurso foram utilizadas apenas curvas circulares e nenhuma de transição. Ao lado esquerdo foram utilizadas 16 curvas e ao lado direito apenas 10, como é visto na figura 6.

Figura 6: Índices planimétricos do projeto.

ÍNDICES PLANIMÉTRICOS	LADO ESQUERDO Est. 0 a 252+16,94	LADO DIREITO Est. 0 a 259+19,86
EXTENSÃO DO TRECHO	5.056,94 m	5.199,86 m
RAIO MÍNIMO (CIRCULAR)	203,50 m	264,49 m
NÚMERO DE CURVAS CIRCULARES	16 un	10 un
RAIO MÍNIMO (TRANSIÇÃO)	-	-
NÚMERO DE CURVAS DE TRANSIÇÃO	-	-
DESENVOLVIMENTO EM CURVA	1.112,34 m	989,72 m
DESENVOLVIMENTO EM TANGENTE	3.944,60 m	4.210,14 m
DESENVOLVIMENTO TOTAL	5.056,94 m	5.199,86 m

Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

Apresentando um desenvolvimento de curva, ou seja, a distância circular da curva, de 1.112,34 m ao lado esquerdo da via e de 989,72 m ao lado direito da via. O desenvolvimento em tangente, percurso reto, de 3.994,60 m ao lado esquerdo e 4.210,14 m ao lado direito. Somando estes dois desenvolvimentos se tem o percurso total de cada lado da via, 5.056,94 m do lado esquerdo e 5.199,86 m do lado direito.

A utilização de curvas na cidade de Pau dos Ferros seria bastante importante, principalmente para evitar os trechos que apresentassem topografia com grande diferença de níveis e podendo criar um trajeto, de preferência, mais plano para evitar custos.

6.3 Curvas horizontais do lado esquerdo

Algumas curvas demonstraram certo padrão de raio de curvatura. Como pode ser visto na figura 7.

Figura 7: Curvas Horizontais do lado esquerdo.

LADO ESQUERDO (ESTACA 0 a 252+16,94)

CURVAS HORIZONTAIS				
RAIO (m)	FREQUÊNCIA		DESENVOLVIMENTO	
	ABSOLUTA (UNID)	RELATIVA (%)	ABSOLUTO (m)	RELATIVO (%)
00 a 230	2	12,50	60,15	5,4
230 a 440	10	62,50	879,38	79,1
440 a 600	2	12,50	79,95	7,2
maior que 600	2	12,50	92,86	8,3
TOTAL	16	100,0	1.112,34	100,0

Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

Dez, das 16 curvas, representam 62,50% das curvas totais e elas apresentam um raio entre 230 a 440 m, as outras seis foram divididas de formas proporcionais em três categorias diferentes baseadas nos raios de curvatura das mesmas, raios estes de 0 a 230 m, de 440 a 600 m e acima de 600 m.

As dez curvas da categoria de 230 a 440 m de raio de curvatura compõe 79,1% do desenvolvimento total das curvas do lado esquerdo, sendo um desenvolvimento de 879,38 m.

6.4 Curvas horizontais do lado direito

As curvas horizontais pelo lado direito também foram divididas pelas mesmas categorias para que fossem comparadas através dos mesmos padrões, como é visto na figura 8.

Figura 8: Curvas horizontais do lado direito.

LADO DIREITO (ESTACA 0 a 259+19,86)

CURVAS HORIZONTAIS				
RAIO (m)	FREQUÊNCIA		DESENVOLVIMENTO	
	ABSOLUTA (UNID)	RELATIVA (%)	ABSOLUTO (m)	RELATIVO (%)
00 a 230	-	-	-	-
230 a 440	4	40,00	413,35	41,7
440 a 600	2	20,00	323,15	32,7
maior que 600	4	40,00	253,22	25,6
TOTAL	10	100,0	989,72	100,0

Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

Diferentemente do lado esquerdo, o lado direito não apresentou curvas com raios de curvatura de 0 a 230 m, porém a quantidade de curvas com raios de 230 a 440 m e acima de 600 m foi a mesma, que foram quatro cada. Mesmo tendo a mesma quantidade de curvas da categoria de 230 a 440 m ainda apresenta a maior porcentagem do desenvolvimento total de curvas, sendo ele 41,7% referente aos 413,35 m.

Todas estas curvas podem ser identificadas nos anexos que demonstram o traçado da via, Anexos B, C, D, E, F, G e H.

6.5 Seção transversal

O projeto da seção transversal deve demonstrar quais suas dimensões utilizadas na via, neste caso como há presença de ciclovia no percurso também deve apresentar a dimensão da mesma, e do caminho que os pedestres poderão utilizar.

A figura 9 demonstra as dimensões utilizadas na seção transversal do projeto.

Figura 9: Características técnicas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	LADO ESQUERDO Est. 0 a 252+16,94	LADO DIREITO Est. 0 a 259+19,86
ANO DE ABERTURA	2017	
VELOCIDADE DE PROJETO	60 km/h	
PERÍODO DE PROJETO	10 Anos	
LARGURA DA PISTA	2 x 3,00 m	2 x 3,00 m
LARGURA DA FAIXA DE SEGURANÇA	2 x 0,50 m	2 x 0,50 m
LARGURA DO PASSEIO	1 x 2,00 m	1 x 2,00 m
CICLOVIA	3,00 m	
LARGURA TOTAL	21,00 m	

Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

Infelizmente não foi possível entrar em contato com os responsáveis pelas pesquisas realizadas que chegaram ao resultado de 60 km/h para a velocidade de projeto.

A largura da pista que uma unidade de veículo irá trafegar é de 3 m com uma faixa de segurança de 0,5 m, totalizando 3,5 m para cada veículo. A pista foi projetada para dois veículos circular, logo a largura total de cada lado da pista é de 7 m. A ciclovia apresentará 3 m de largura e para os pedestres terão uma via de 2 m em cada lado da via. Dessa maneira a largura total da via é de 21 m. Estas dimensões são de fácil percepção nos Anexos I, J e L.

Porém antes de definir todas as dimensões que a seção transversal terá, primeiramente é necessário que a mesma seja plana, para isso é feito a terraplenagem.

Nos Anexos M e N são demonstradas as seções que foram feitas terraplenagem divididas pelas estacas, ou seja, da estaca 0 até a 140 tem um tipo de seção de terraplenagem diferente e assim sucessivamente. Neles também é possível identificar onde houve corte e aterro para que a seção transversal ficasse plana, como foi projetada.

Por apresentar a maior parte do caminho sobre apenas uma curva de nível, a quantidade de seções de terraplenagem foram poucas, algo que aconteceria totalmente diferente na cidade de Pau dos Ferros. Devido a sua topografia seria necessário uma maior quantidade de seções de terraplenagem, pois, independente

do lado que for escolhido em relação a BR-405, as diferenças de níveis são tantas que as seções diminuiriam em poucos metros. Como já ilustrado anteriormente.

6.6 Camadas do pavimento

O dimensionamento correto do pavimento, como foi dito, é de grande importância para que a via possa suportar as cargas que serão impostas pelos veículos que trafegarão nela e também pelos efeitos climáticos.

No Anexo O, apresenta as camadas do pavimento, que para ambos os lados da via, sendo comuns.

As camadas foram divididas em três: pista de rolamento, base e sub base. A pista de rolamento é composta por Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ¹), um dos revestimentos asfálticos mais utilizados, apresentando espessura de 5 cm como é descrito no anexo.

A camada da base e sub-base ambas apresentam espessura de 15 cm apenas, porém a base é composta por brita graduada, enquanto a sub base foi estabilizada granulometricamente².

As camadas do pavimento, que poderia ser utilizado na cidade de Pau dos Ferros, poderiam apresentar as mesmas características, obviamente dependendo dos estudos geotécnicos da região.

6.7 Interseções

Nos Anexos P, Q, R e S é possível identificar as interseções rodoviárias. Interseções do tipo lateral, rotatória e retorno, que foram criadas para que os motoristas que trafegassem no anel viário, não tivessem que percorrer grandes distâncias para chegar no seu destino.

Para a situação de Pau dos Ferros é interessante fazer uma análise de interseções que poderiam ser implantadas. Estas interseções deveriam ser, exclusivamente, no início e final da via, pois havendo interseções durante o desvio, o

¹ CBUQ é uma mistura usinada de ligante betuminoso, agregado graúdo e filler, que é o material de enchimento. A denominação, usinado a quente, é dada pelos compostos serem pré-aquecidos antes de serem misturados.

² Segundo a Norma 115/2009 do DNIT, base estabilizada granulometricamente é “Camada granular de pavimentação executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito, devidamente regularizada e compactada.”

tráfego passageiro poderia voltar a trafegar na área urbana, algo que é totalmente contrário do objetivo de um desvio rodoviário.

6.8 Sinalização

O projeto de sinalização foi feito, destacando-se principalmente as placas de sinalização vertical e pintura como sinalização horizontal. Estas sinalizações indicam caminhos e informações que o usuário da via precisará saber para trafegar com segurança e possa chegar ao seu destino. Em Pau dos Ferros não seria diferente, a sinalização é importante em todas as rodovias para que possa garantir a segurança dos usuários, sejam motoristas, pedestres e até mesmo ciclistas.

6.9 Indicadores de melhoria do desvio

Com o auxílio do aplicativo de smartphone, Endomondo, e utilizando uma motocicleta foi possível percorrer o caminho que era utilizado antes da implantação do anel viário, ou seja, o caminho que atravessa a área urbana.

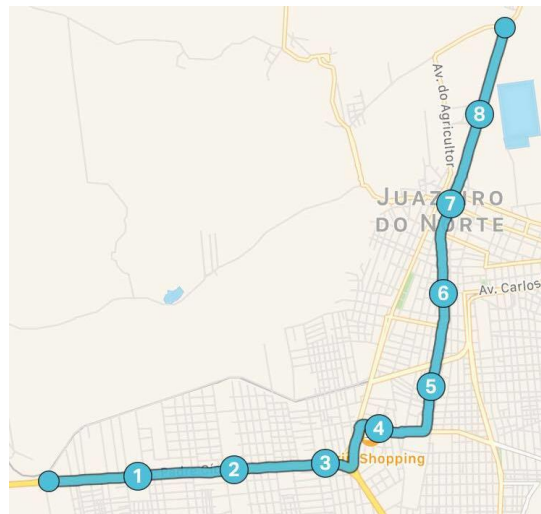
Embora o aplicativo utilizado sirva objetivamente para corrida de atletismo, o mesmo obteve resultados coerentes e que foi possível fazer comparações e chegar a um resultado definitivo.

Primeiramente utilizando a motocicleta partiu de um ponto onde começa o desvio e foi percorrido dentro da área urbana até o trecho que cruza novamente com o anel viário. Após o cruzamento com o desvio, foi percorrido o trajeto do desvio com a motocicleta.

6.10 Trajeto antigo

O trajeto percorrido por dentro do centro urbano, o que era utilizado antes da construção do desvio, é demonstrado na figura 10.

Figura 10: Trajeto dentro da área urbana.



Fonte: Endomondo, 2017.

Foram obtidos os seguintes resultados no aplicativo. Resultados descritos na figura 11.

Figura 11: Resultado do trajeto dentro da área urbana.



Fonte: Endomondo, 2017.

Foi percorrida uma distância de 8,96 km onde houve uma duração de 21 minutos e 25 segundos. A partir da distância e do tempo obteve-se a velocidade média do percurso que foi de 25,1 km/h com um ritmo médio de 2 minutos e 23 segundos para se andar apenas 1 km.

6.11 Anel viário

O percurso do anel viário também foi feito, o mesmo é descrito na figura 12.

Figura 12: Trajeto pelo anel viário.



Fonte: Endomondo, 2017.

Fundamentado nesse trajeto obteve-se os seguintes resultados no aplicativo, que são descritos na figura 13.

Figura 13: Resultados do trajeto pelo anel viário.



Fonte: Endomondo, 2017.

A distância percorrida foi praticamente a mesma, ambas aproximadamente 9 km, porém utilizando o anel viário o tempo necessário para percorrer o mesmo foi apenas de 8 minutos e 3 segundos, bem inferior ao que foi obtido no trajeto por

dentro da área urbana. A partir da distância e o tempo também se obteve a velocidade média de 66,2 km/h bem superior ao do trajeto anterior, ou seja, foi possível percorrer o caminho com uma velocidade maior devido ao fluxo de veículos ser menor, ocasionando uma duração menor na via. Também se conseguiu diminuir o ritmo por quilometro andado, de apenas 54 segundos por quilometro enquanto o outro era de 2 minutos e 23 segundos por quilometro.

Vale salientar que o aplicativo não foi criado para esse objetivo específico, logo os dados obtidos não são de total confiança, porém devido a grande discrepância dos números, ainda assim é perceptível a mudança gerada por um desvio.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseando-se nos dados obtidos, foi possível perceber que a utilização dos contornos e anéis viários como solução dos impactos gerados por rodovias em áreas urbanas, embora seja considerada como uma solução bastante onerosa traz benefícios a comunidade.

A presença das rodovias nas cidades de pequeno e médio porte interfere na circulação de pedestres e veículos locais, favorece a ocorrência de congestionamentos e acidentes entre outros, ocasionados principalmente pela presença de veículos e grande porte circulando na área urbana. Como é o caso das cidades de Juazeiro do Norte, no Ceará, e Pau dos Ferros, no Rio Grande do Norte.

A exemplo da cidade de Juazeiro do Norte, em consequência da instauração do desvio que apresentou resultados significativos, principalmente em relação ao tempo de percurso, a implantação de um desvio do fluxo da BR 405 poderia melhorar os deslocamentos na cidade de Pau dos Ferros, diminuindo o fluxo que transita no centro urbano da cidade.

Seria importante que fosse feito estudos e pesquisas para que houvesse a possibilidade da introdução de um contorno viário, na cidade de Pau dos Ferros. Pesquisas como: tráfego de passagem pela BR-405, satisfação da população com relação ao percurso da BR, pesquisas de volume de tráfego ou qualquer outro estudo que pudessem justificar a implantação de um desvio na cidade.

Porém como foi visto no trabalho, deve-se planejar cuidadosamente este tipo de construção para que não haja interferência da população, se deslocando para as margens da rodovia, e também estudos e pesquisas feitas corretamente com a intenção de dimensionar uma via que possa aguentar todas cargas que serão aplicadas nela e apresente uma longa duração.

REFERÊNCIAS

- ALBANO, J. F. **Vias de Transporte**. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.
- COELHO, L. C. **Logística brasileira: qual nossa situação?**, 2009. Disponível em: <<http://www.logisticadescomplicada.com/logistica-brasileira-qual-nossa-situacao/>>. Acesso em: 31 jan. 2017
- COELHO, L. R. **Infraestrutura das Rodovias no Brasil**, 2010. Disponível em: <<http://www.logisticadescomplicada.com/infra-estrutura-das-rodovias-no-brasil/>>. Acesso em: 31 jan. 2017
- COSTA, P. S. da; FIGUEIREDO, W. C. **Estradas: estudos e projetos**. 3 ed. Salvador: EDFBA, 2007.18-1p.
- CUPOLILLO, M. T. A. **Estudo das medidas moderadoras do tráfego para controle da velocidade e dos conflitos em travessias urbanas**. 2006. Dissertação (Mestrado) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.
- DEPARTAMENTO DE PESQUISAS E ESTUDOS ECONÔMICOS, **Transporte Rodoviário de Carga**, 2017. Disponível em:<https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_transporte_rodoviario_de_cargas.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2017
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM, **Instruções para Superelevação e Superlargura em Projetos Rodoviários**. Rio de Janeiro, 1978.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM, **Manuais de Serviços de Consultoria para Estudos de Projetos Rodoviários**. Rio de Janeiro, 1978.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM, **Manual Básico de Estradas Vicinais**. São Paulo, 1987.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM, **Normas para Projeto Geométrico de Estradas de Rodagem**. Rio de Janeiro, 1975.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de projeto de travessias urbanas**. Rio de Janeiro: DNIT, 2010.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Sinalização Rodoviária**. 3. Ed. Rio de Janeiro: 2010.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Terminologias Rodoviárias Usualmente Utilizadas**. Rio de Janeiro: DNIT, 2007.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, **Frota de Veículos**, 2016. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/237-frota-veiculos>>. Acesso em: 31 jan. 2017
- Endomondo**. Disponível em: <<https://www.endomondo.com/>> Acesso em: 28 mai. 2017.

FILHO, G. P. **Estradas de Rodagem Projeto Geométrico**. 1 ed. São Carlos: G. Pontes Filho, 1998.

FREIRE, L. H. C. V. **Análise de tratamentos adotados em travessias urbanas-rodovias arteriais que atravessam pequenas e médias cidades no RS**. 2003. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto alegre: Editora UFGS, 2009.114 p.

GOLDNER, L. G. Engenharia de Tráfego: **1º Módulo. Programa de Educação Tutorial em Engenharia Civil**. Universidade Federal de Santa Catarina. Material de Apoio Didático. 99 p. 2008.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>> Acesso em 28 mai. 2017.

GOOGLE PLAY, **Endomondo Corrida Ciclismo MTB**. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.endomondo.android&hl=pt_BR> Acesso em: 28 mai. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=230730&idtema=118&search=ceara|juazeiro-do-norte|C3%8Dndice-de-desenvolvimento-humano-municipal-idhm->>>. Acesso em: 14 fev. 2017

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=230420&idtema=118&search=ceara|crato|C3%8Dndice-de-desenvolvimento-humano-municipal-idhm->>>. Acesso em: 14 fev. 2017

JÚNIOR, S. B. da S.; FERREIRA, M. A. G. **RODOVIAS EM ÁREAS URBANIZADAS E SEUS IMPACTOS NA PERCEPÇÃO DOS PEDESTRES**. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 20, n. 1, p.221-237, jun. 2008.

LIMA, M. D. de F. **A Interferência do fluxo de veículos da rodovia BR-405 em Pau dos Ferros - RN**. 2015. TCC (Graduação) - Curso Bacharelado em Ciências e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2015.

LISTA 10, **Os 10 maiores países em território**. Disponível em: <<https://lista10.org/uteis/os-10-maiores-paises-em-territorio/>> Acesso em: 28 mai. 2017.

Organização do Sistema Viário. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br/d/ptr2437/Cap%C3%ADtulo2a.pdf>> Acesso em: 09 mar. 2017

PINTO, A. F. C. **A implantação de contornos rodoviários e as transformações da forma urbana de pequenas cidades: estudo de caso da rodovia RS-377 em São Francisco de Assis e Santiago, RS**. 114 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

REGO, R. M. B. **Verificação da sinalização horizontal e vertical na rodovia BR- 405 extensão que corta Pau dos Ferros/RN**. 2015. TCC (Graduação) - Curso Bacharelado em Ciências e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2015.

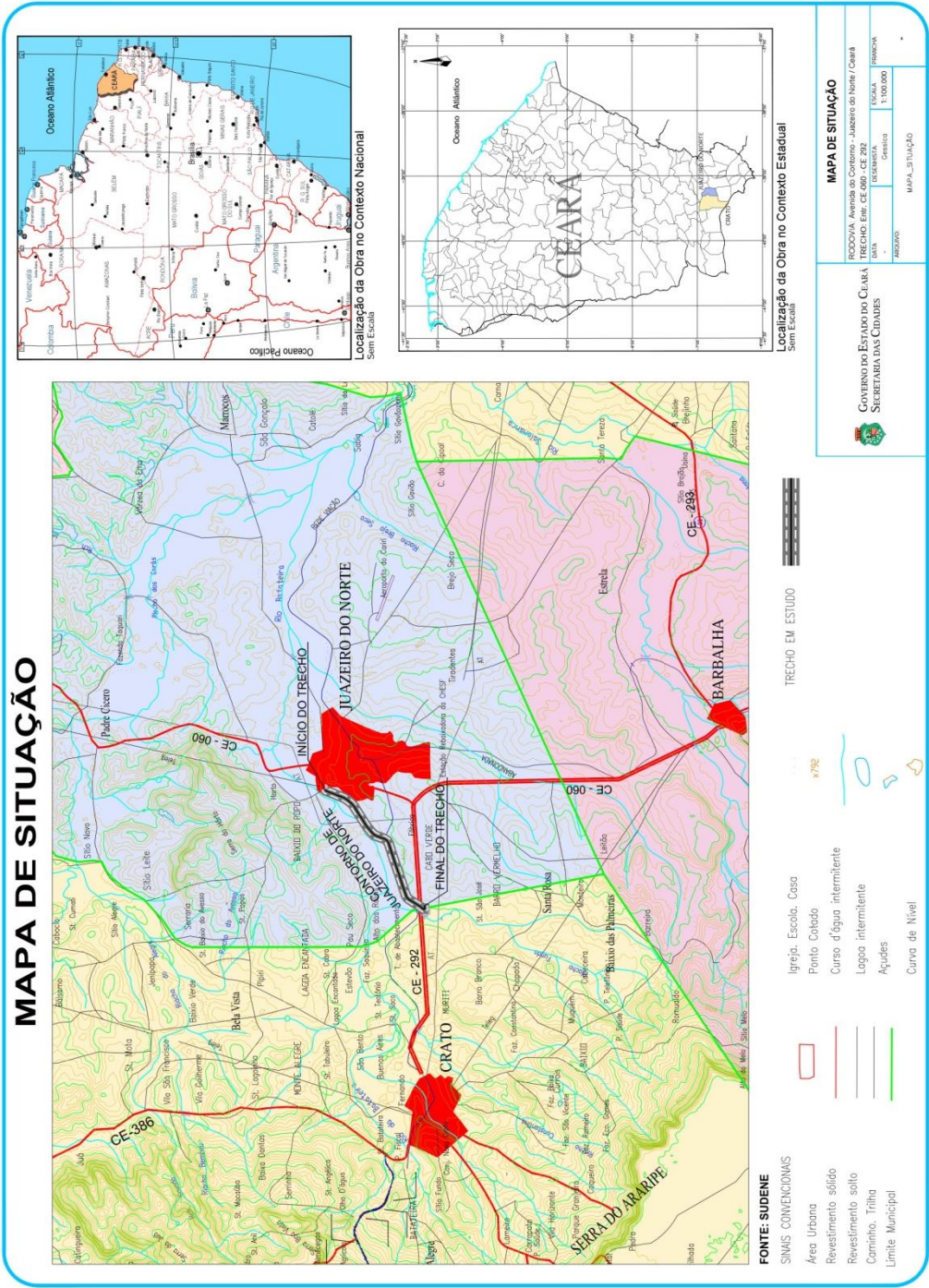
SENNA, L. A. S. **Economia e Planejamento dos Transportes**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

VOLTOLINI, L. **Trechos Urbanos de Rodovias**. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/8/trechos-urbanos-de-rodovias-avanco-da-mancha-urbana-em-239368-1.aspx>>. Acesso em: 9 mai. 2017

WOLF, P. M. ***Eugène Henard and the beginning of urbanism in Paris***, 1900-1914. The Hague/Paris: International Federation for Housing and Planning/Centre de Recherche d'Urbanisme, 1968. 118 p.

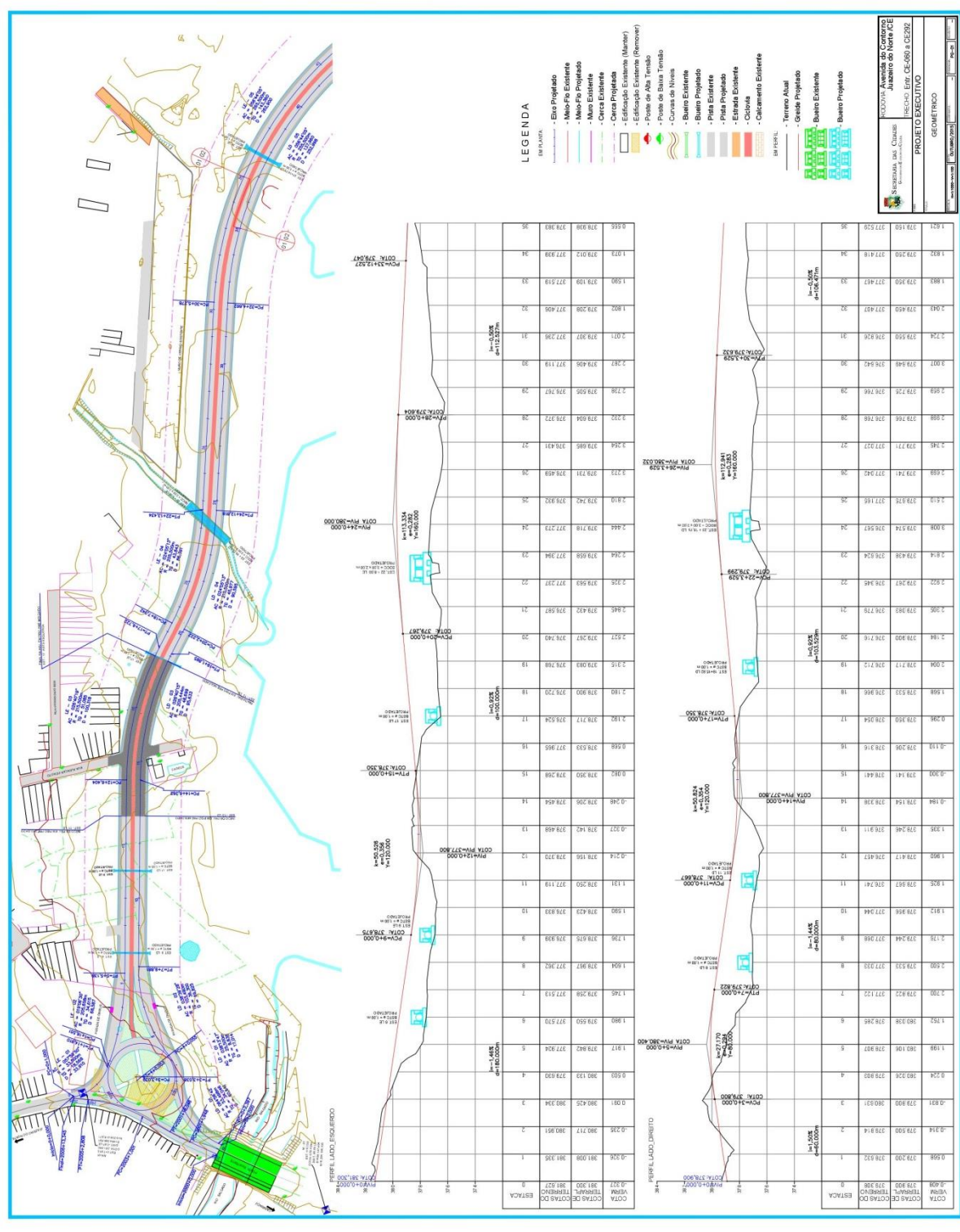
ANEXOS

ANEXO A – Mapa Situacional



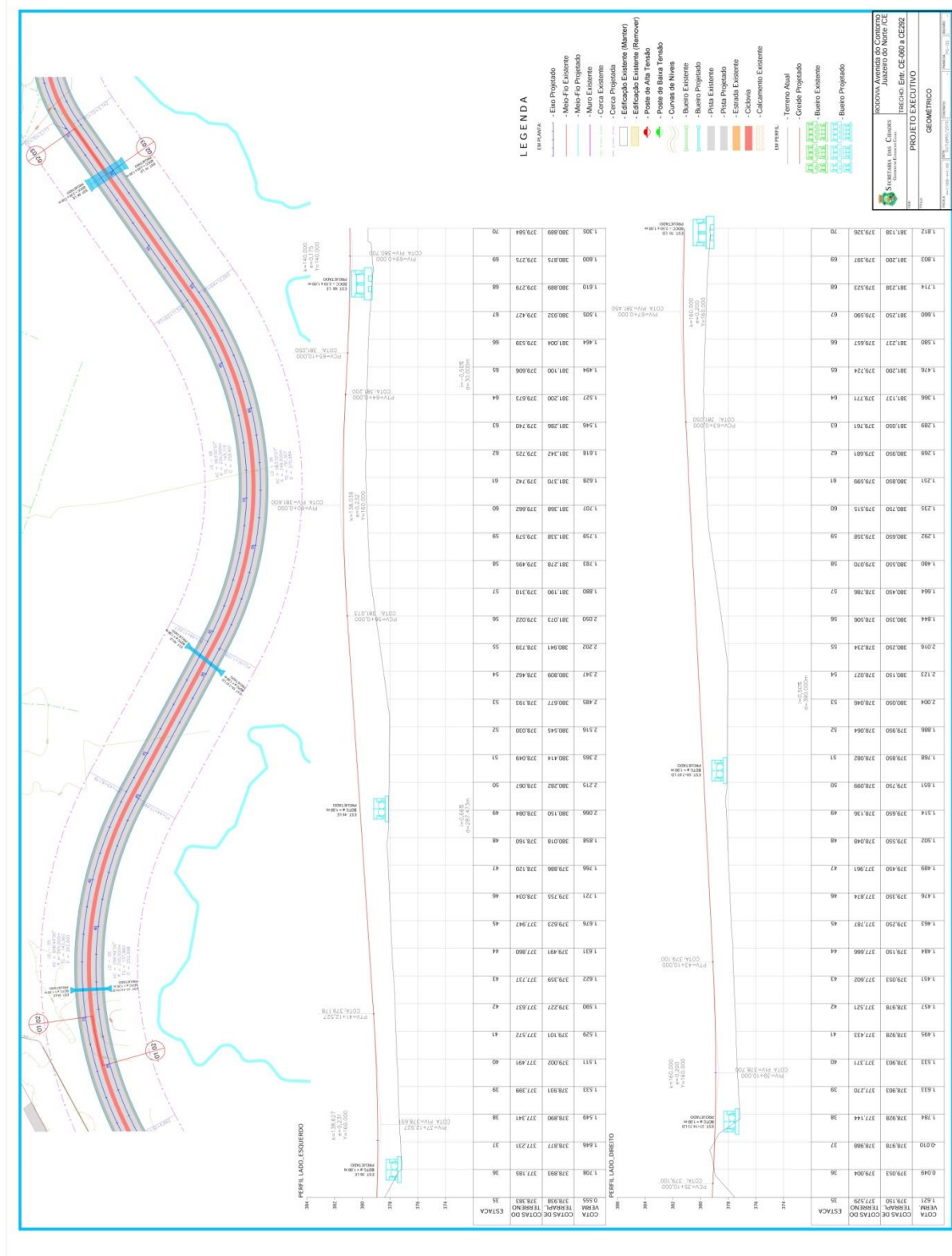
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO B – Projeto Geométrico 1.



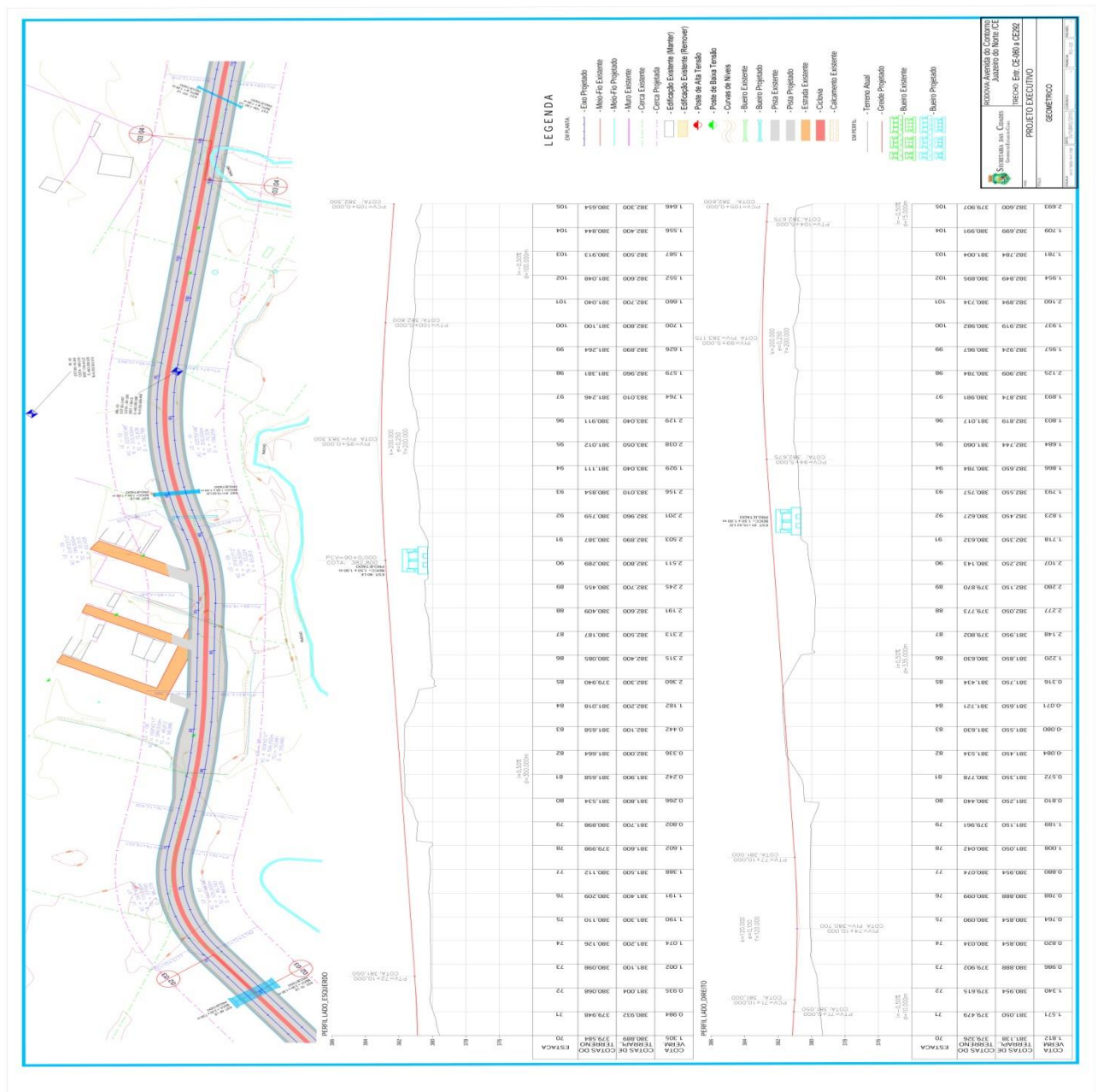
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO C – Projeto Geométrico 2.



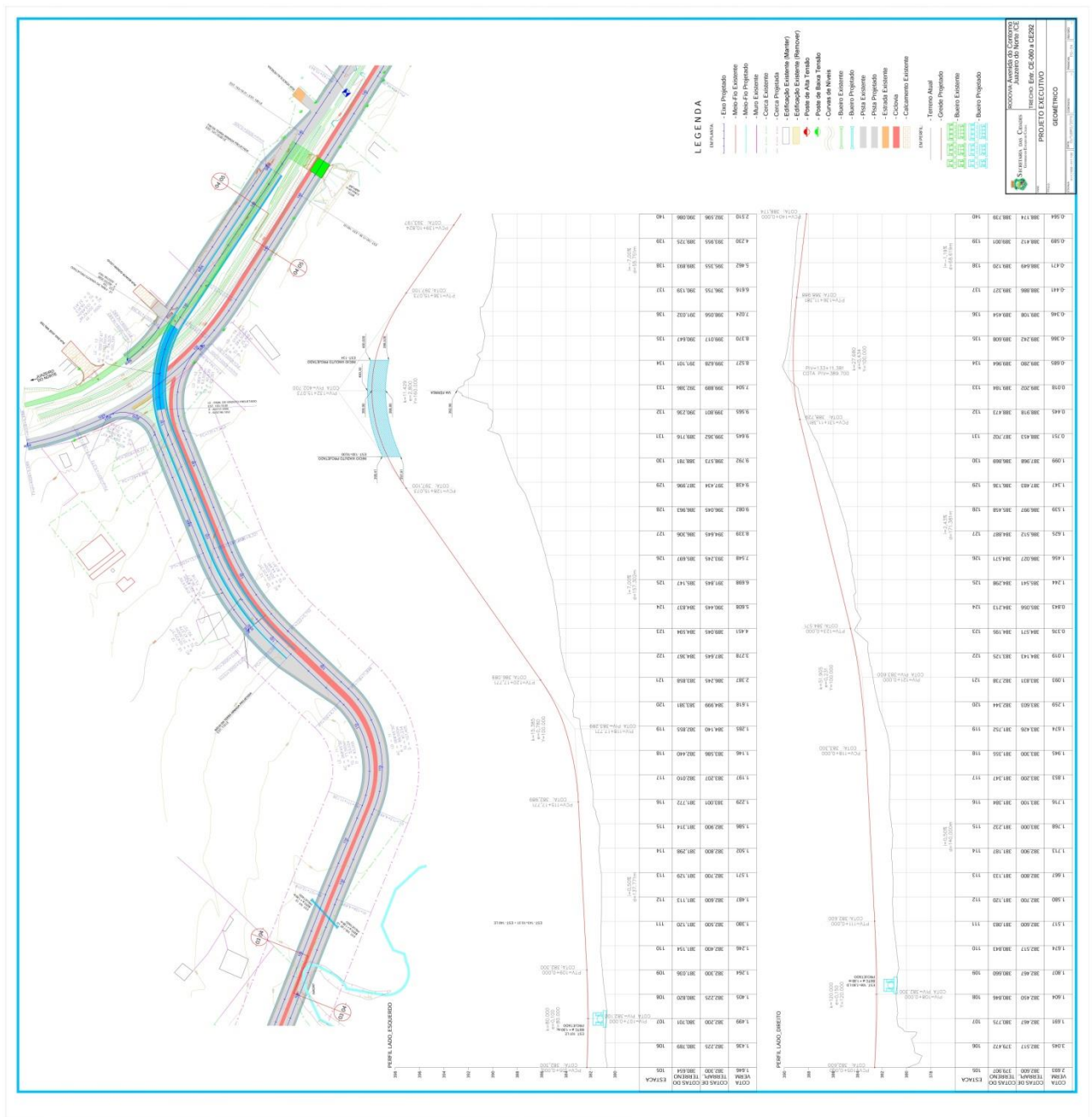
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO D – Projeto Geométrico 3.



Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO E – Projeto Geométrico 4.



Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO F – Projeto Geométrico 5.



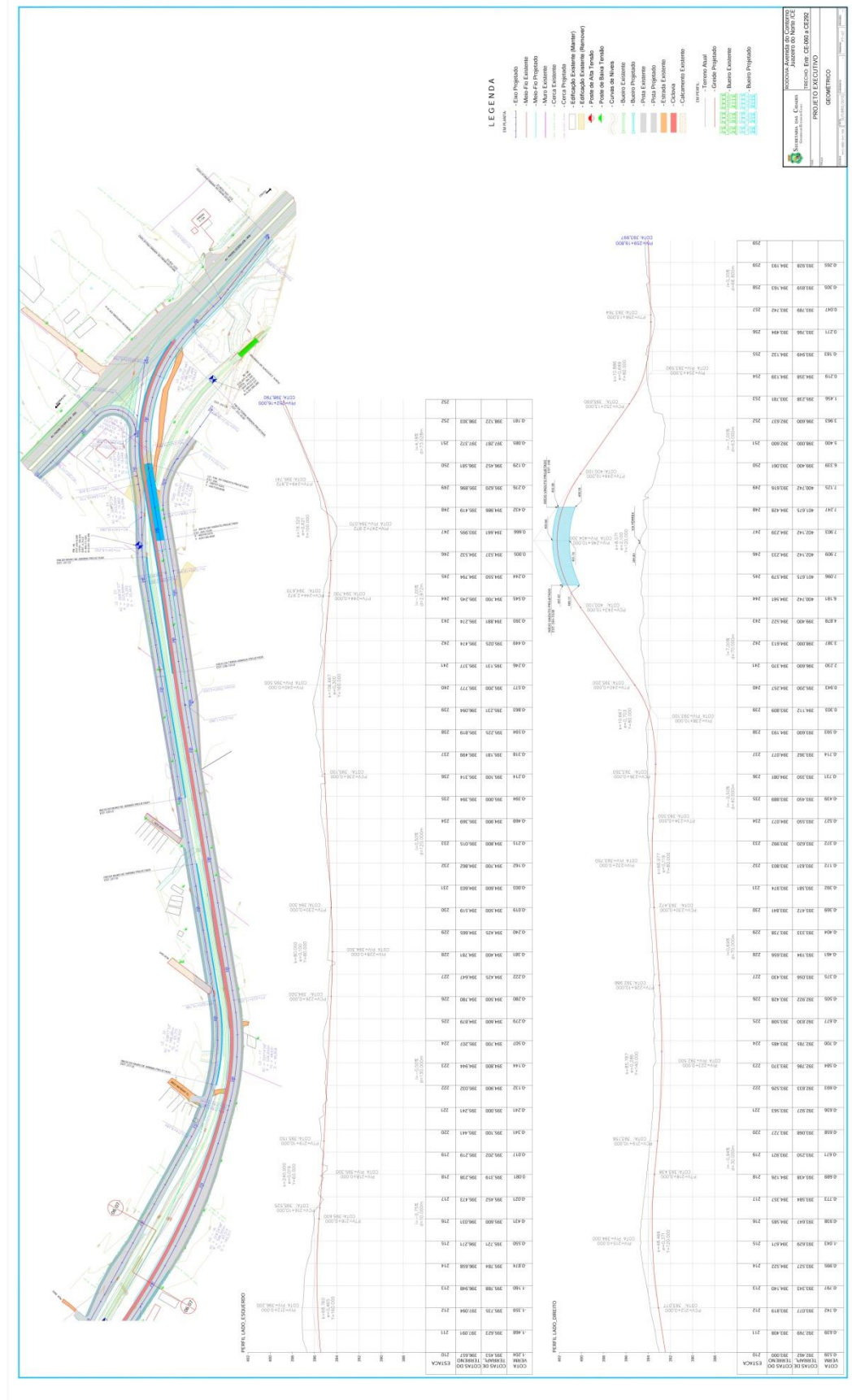
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO G – Projeto Geométrico 6.



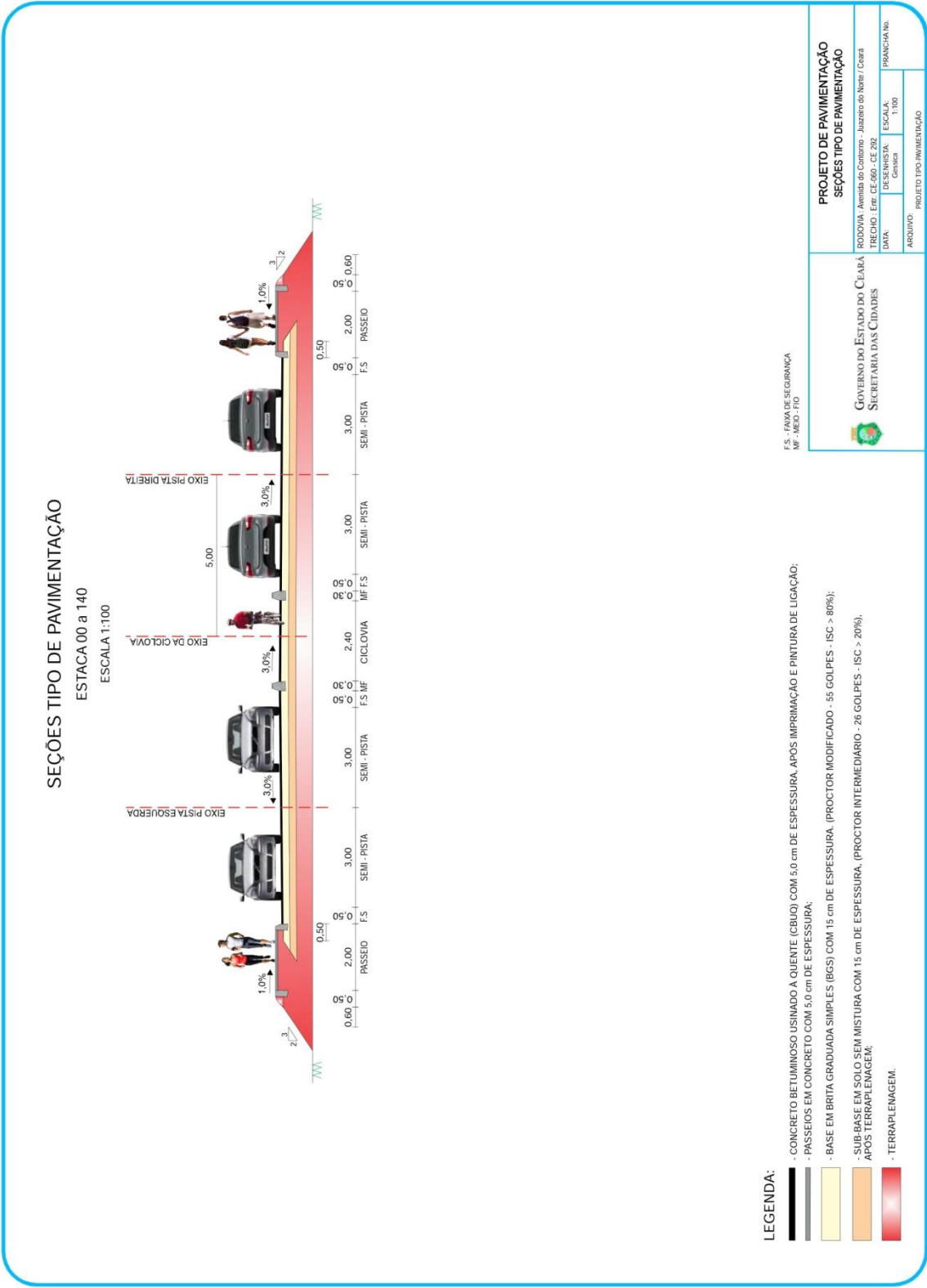
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO H – Projeto Geométrico 7.



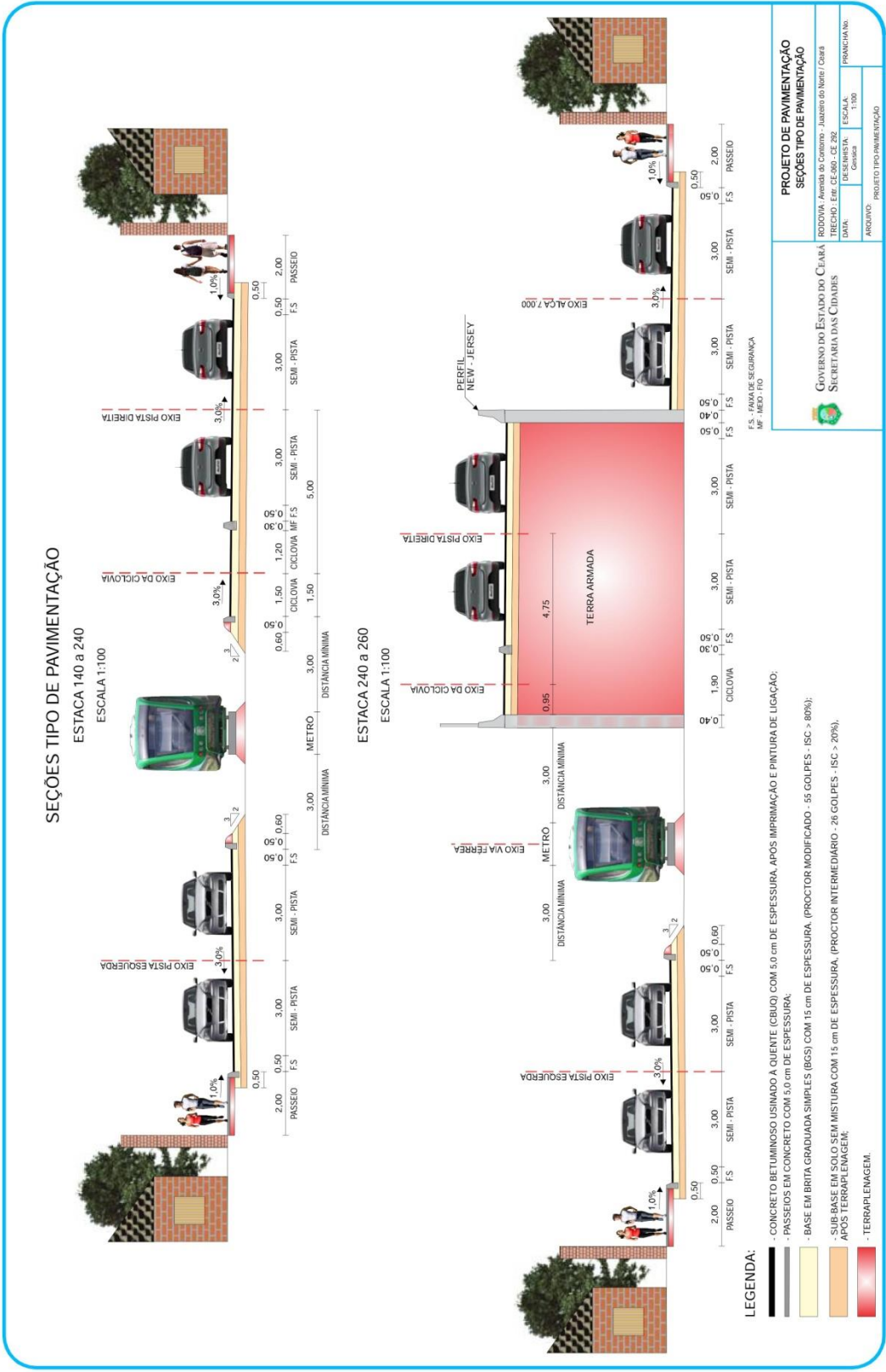
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO I – Seção Transversal estacas 0 a 140.



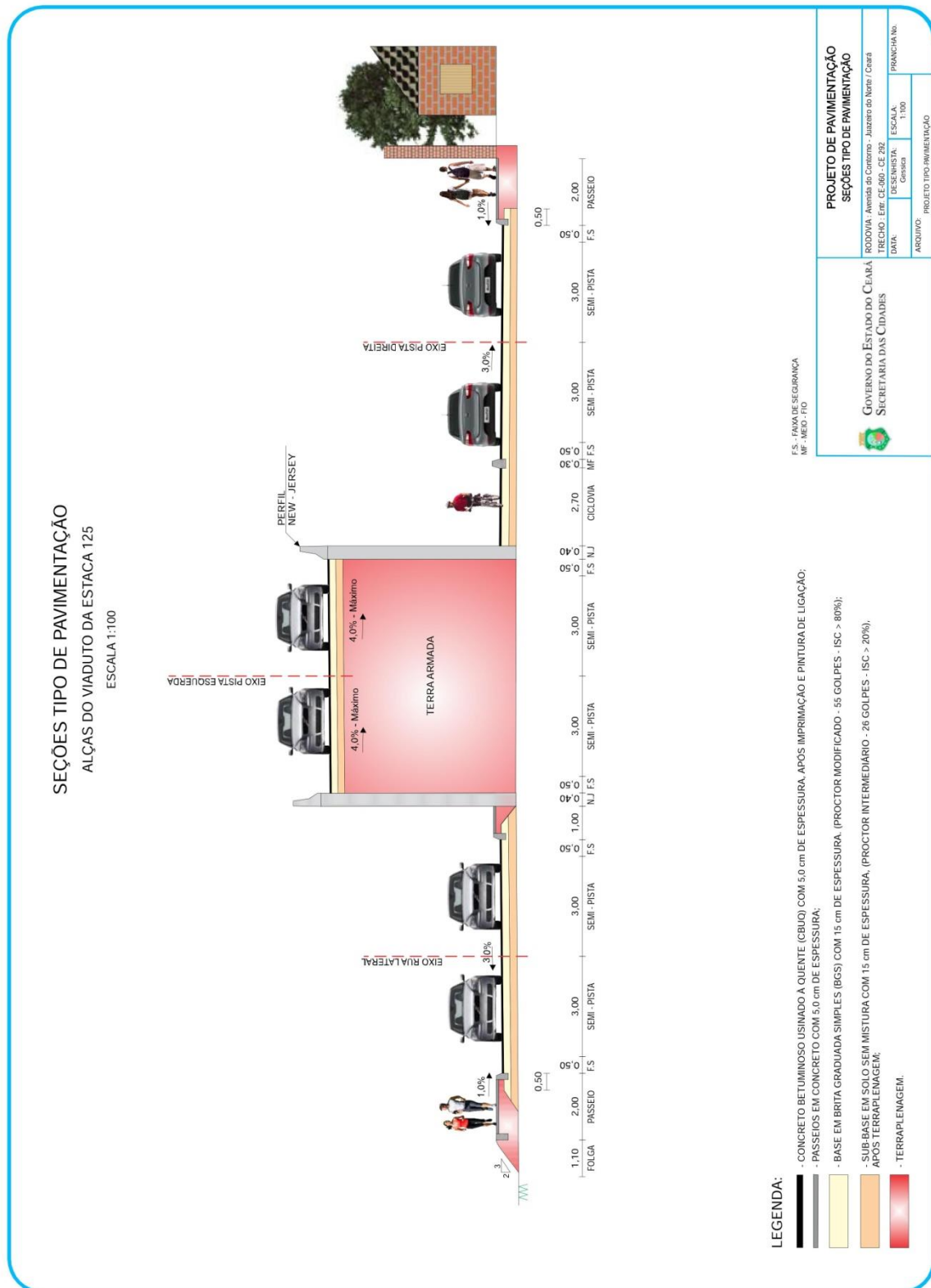
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO J – Seção Transversal estacas 140 a 260.



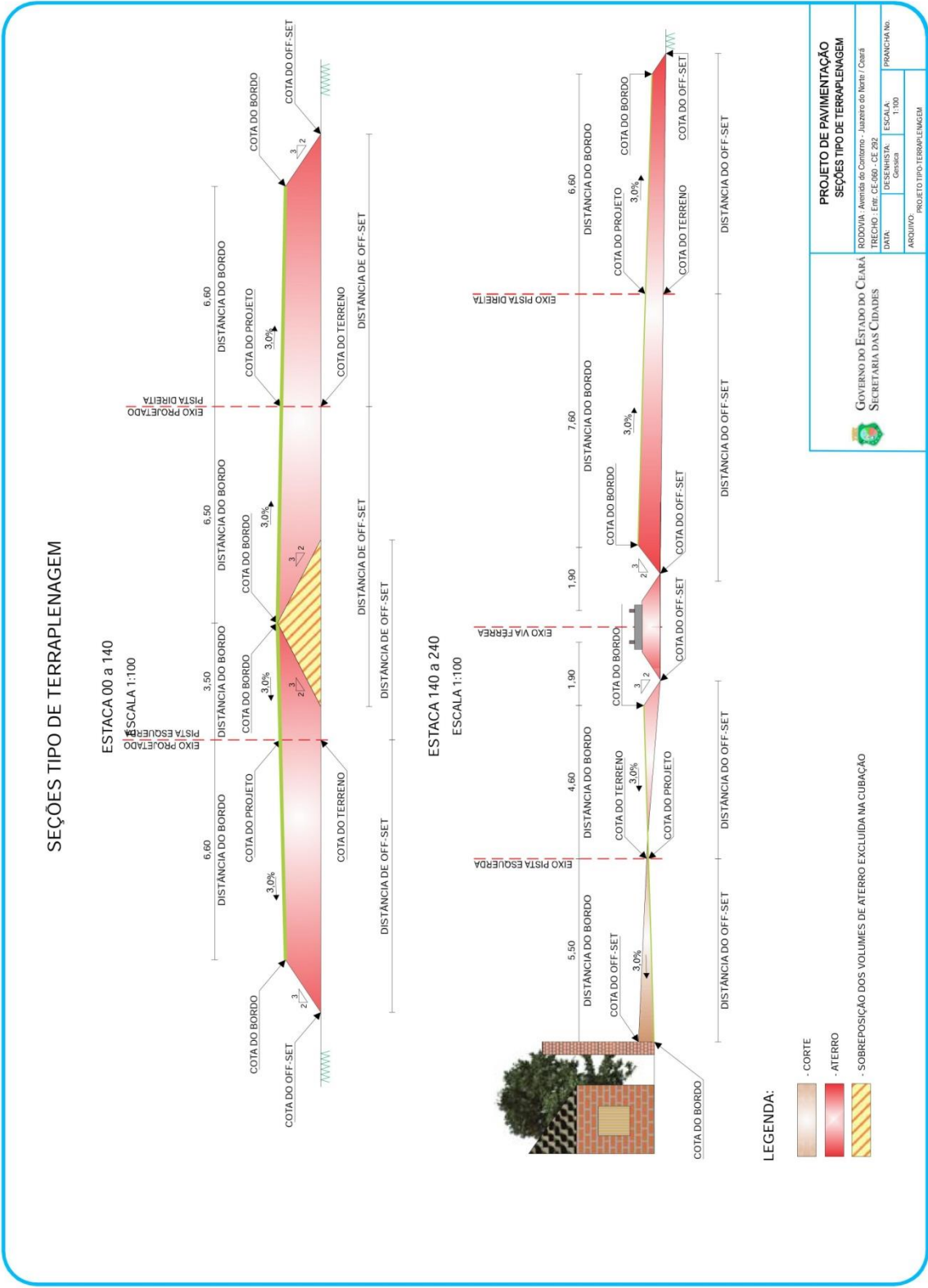
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO L – Seção Transversal com alça do viaduto na estaca 125.



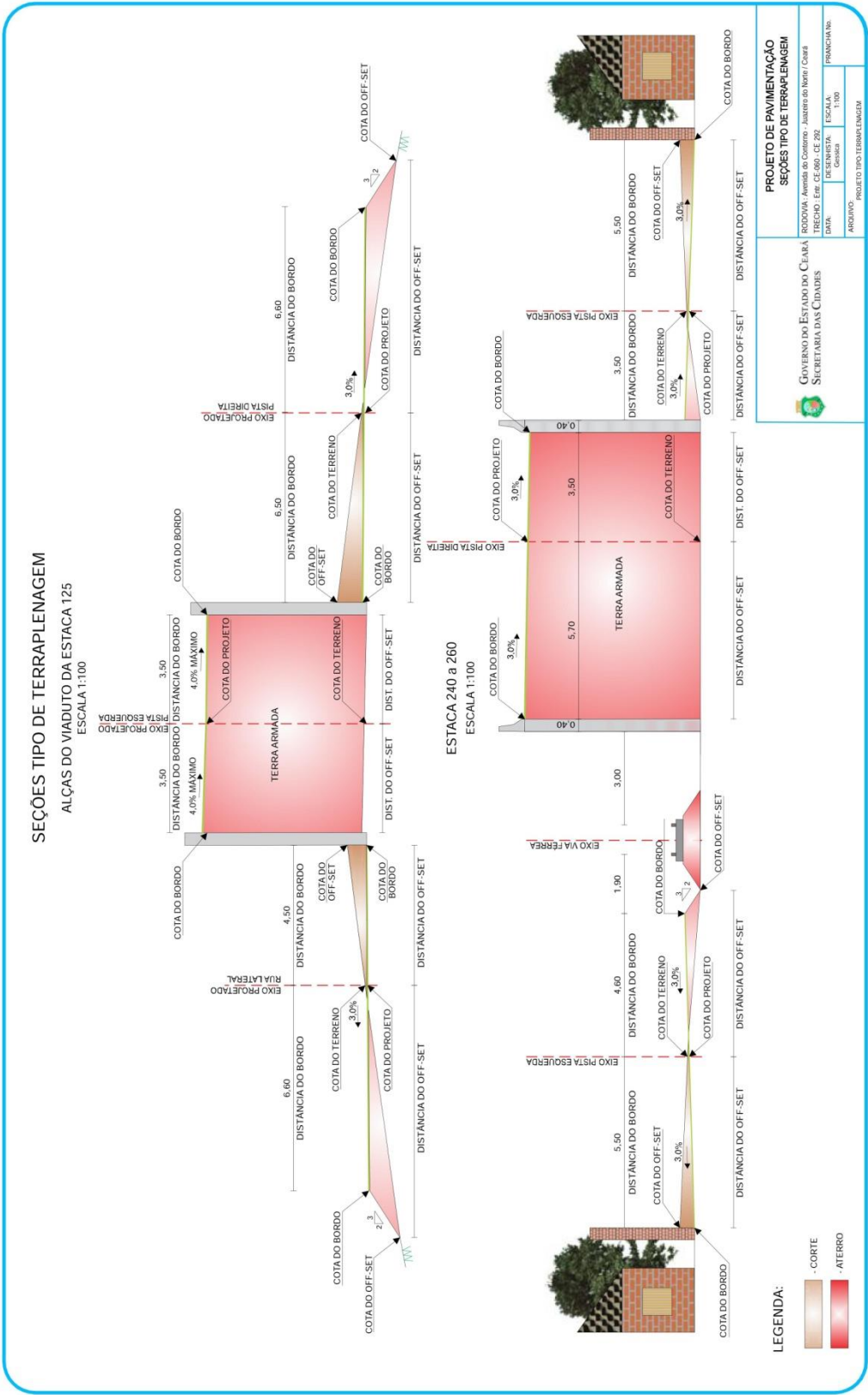
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO M – Terraplenagem das estacas 0 a 240.



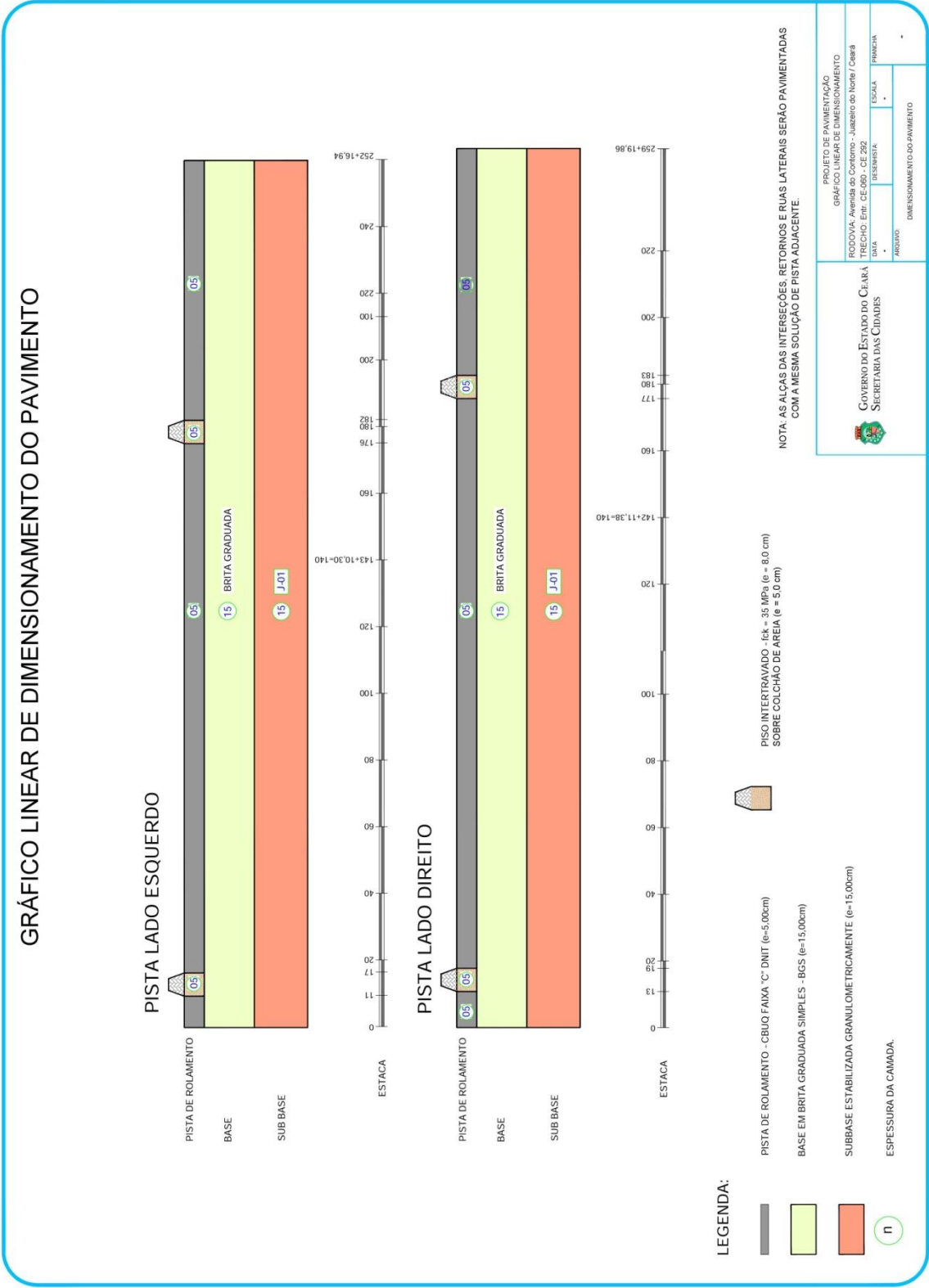
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO N – Terraplenagem da estaca 125 e das estacas 240 a 260.



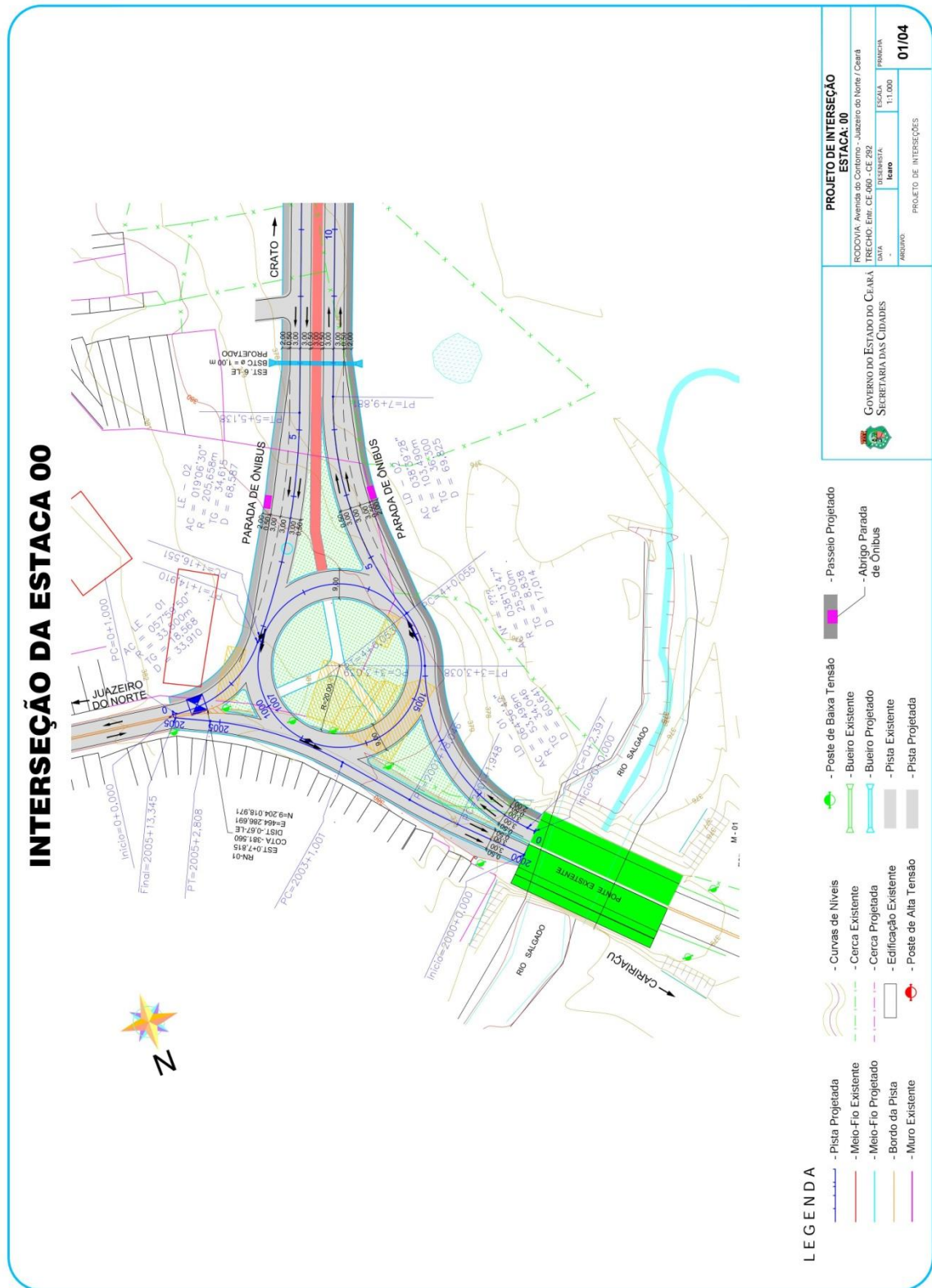
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO O – Camadas do pavimento.



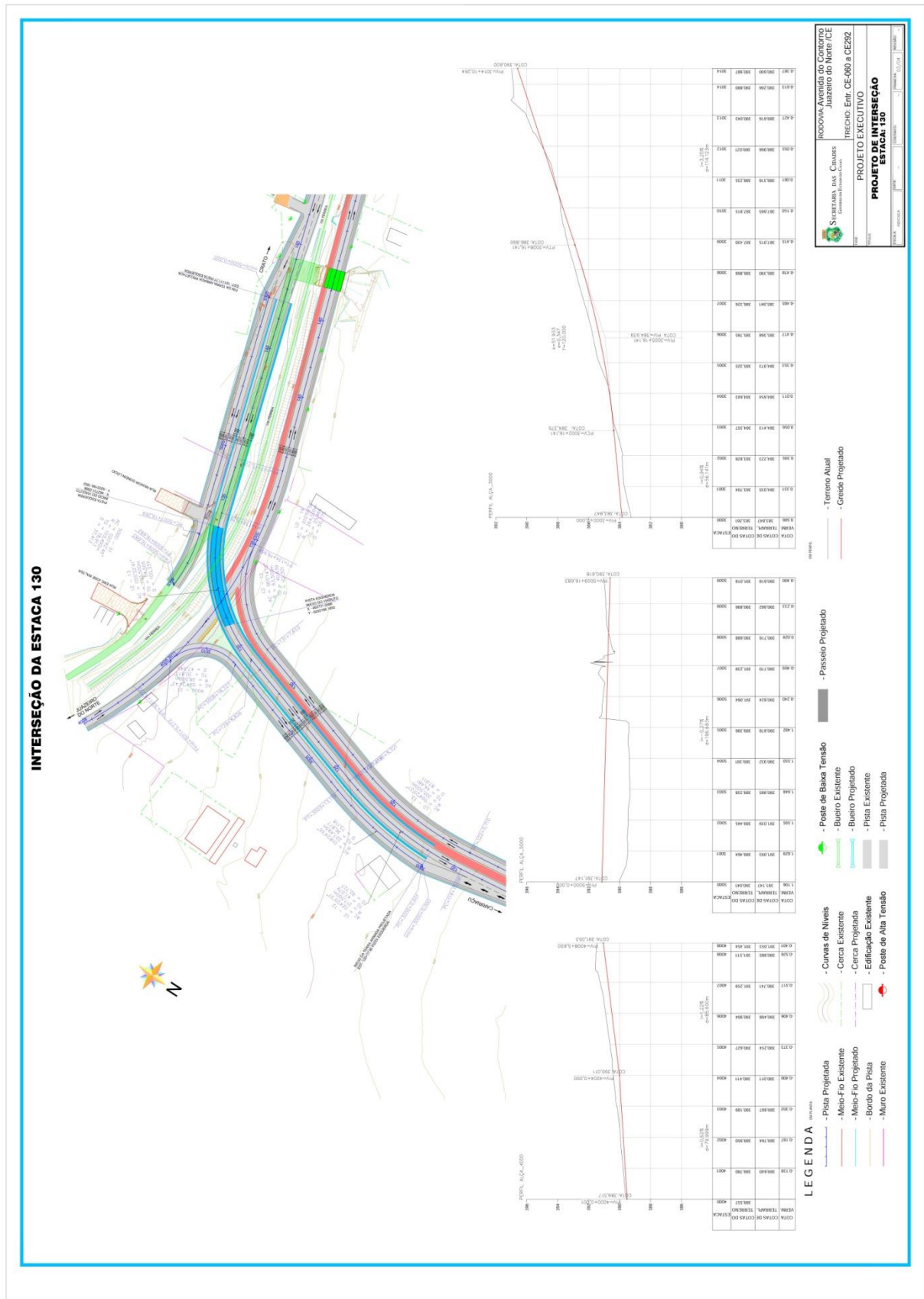
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO P – Interseção de rotatória.



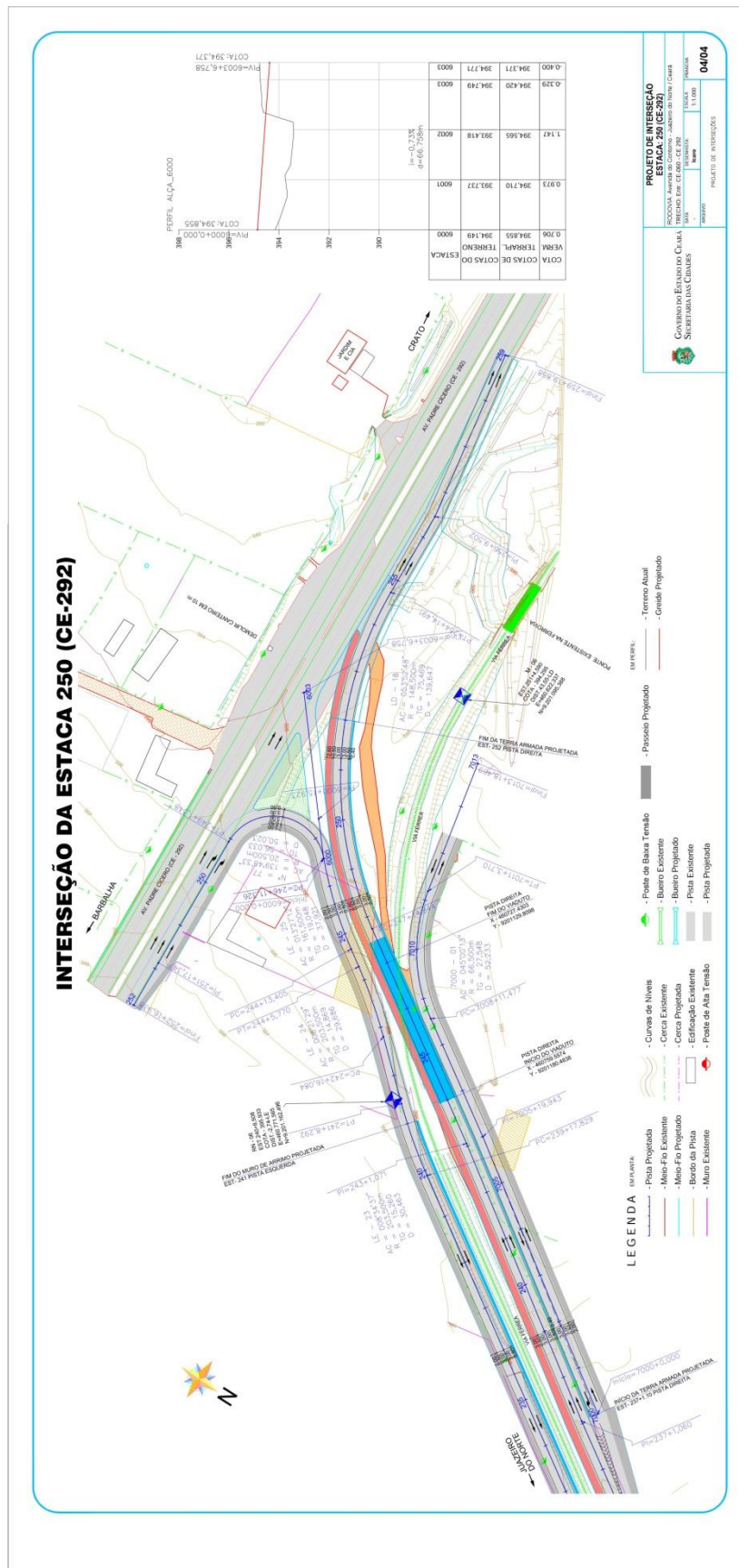
Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO Q – Interseção na estaca 130.

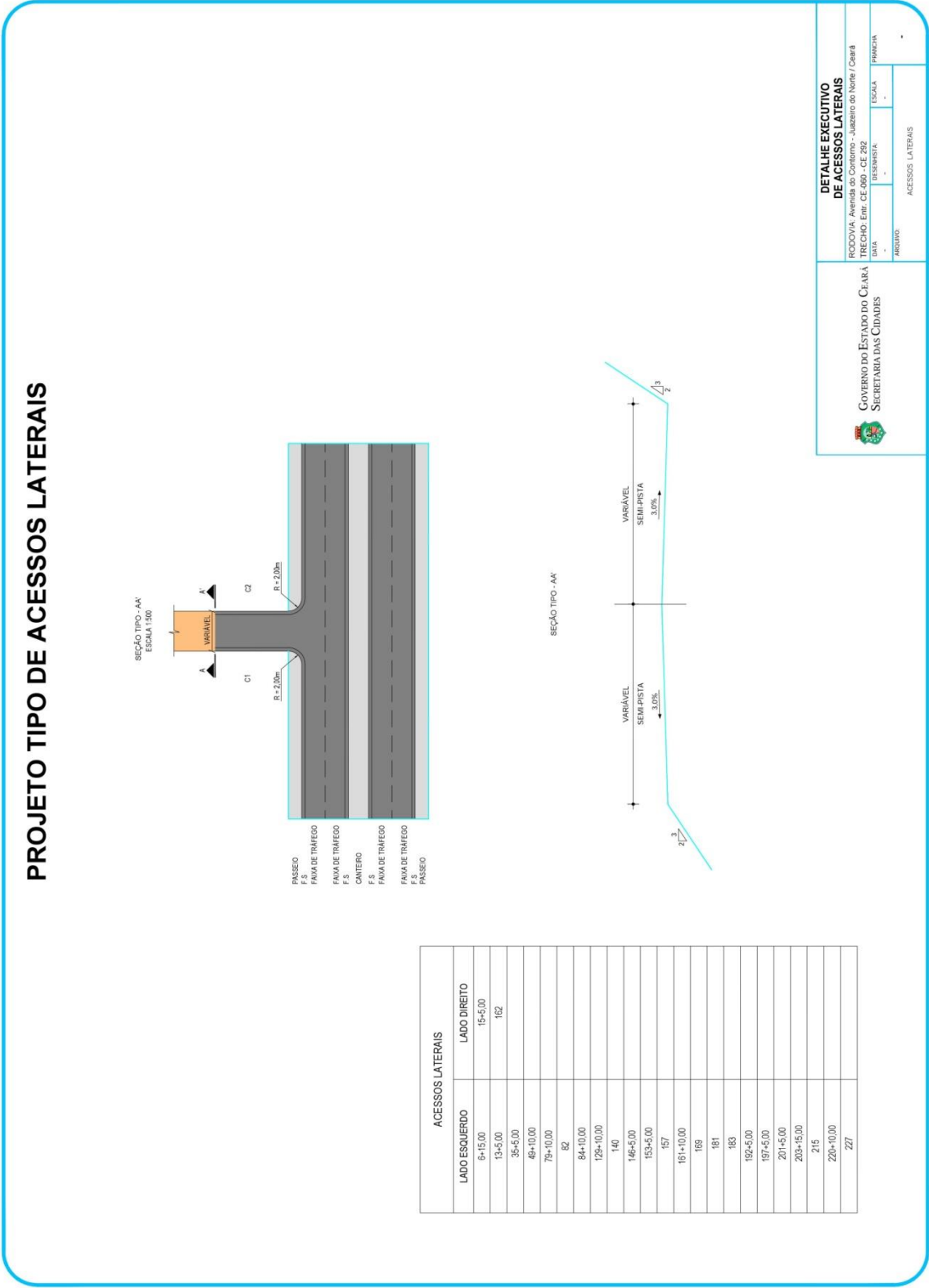


Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO R – Interseção na estaca 250.



ANEXO S – Interseção Lateral.



ANEXO T – Projeto de Sinalização Vertical 1.

PLACAS DE SINALIZAÇÃO TRECHO				PLACAS ADVERTÊNCIA				PLACAS REGULAMENTARES			
ESCALA 1:40				ESCALA 1:40				ESCALA 1:40			
PLACAS INFORMATIVAS ESCALA 1:40 MODELO DOS SINAIS CÓDIGO QUANT. (un) I-2 01 				PLACAS ADVERTÊNCIA ESCALA 1:40 PLACAS QUANT. (un) A-12 02 				PLACAS REGULAMENTARES ESCALA 1:40 PLACAS DIMENSÕES (m) QUANT. (un) R-1 L = 0,41 29 			
MARCADOR DE OBSTÁCULO ESCALA 1:20 MODELO DOS SINAIS CÓDIGO QUANT. (un) I-24 01 				A-30 05 				R-2 L=1,00 05 			
I-4 01 				A-39 02 				R-19-4 Ø=1,00 05 			
I-5 01 				A-32b-1 06 				R-19-6 Ø=1,00 12 			
I-6 01 				A-32b-2 04 				R-24b Ø = 1,00 01 			
I-7 02 				A-32b-3 04 				R-25b Ø = 1,00 24 			
I-8 01 											

NOTA 1: - As placas regulamentares terão as seguintes características:

Fundo	- Branco
Diâmetro	- 1,00m
Taija Circular e Diagonal	- 0,05m
Símbolo	- Vermelho
Letra	- Preto
Verso	- Preto

NOTA 2: - As placas de advertência terão as seguintes características:

Lado	- Amarelo
Fundo	- Preto
Orla interna	- Amarela
Orla externa	- Preto
Símbolo	- Preto
Verso	- Preto

NOTA 3: - As placas informativas terão as seguintes características:

Fundo	- Verde ou branco
Taija, letra e seta	- Branca ou preta
Verso	- Preto

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

RODOVIA: Avenida do Cordeiro - Juazeiro do Norte / Ceará

TRECHO: Ent. CE-060 - CE-262

DATA: 15/05/2017

PROJETO: CML

ABRILHO: 01/03

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DAS CIDADES

DETALHES DAS PLACAS/Sing

Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO U – Projeto de Sinalização Vertical 2.

PLACAS DE SINALIZAÇÃO TRECHO

PAINÉIS DA BANDEIRA
ESCALA 1:40

MODELO DOS SINAIS	CÓDIGO	QUANT. (un)
	I - 9	01
	I - 10	03
	I - 11	01
	I - 13	01

PAINÉIS DA BANDEIRA
ESCALA 1:40

MODELO DOS SINAIS	CÓDIGO	QUANT. (un)
	I - 15	03
	I - 16	04
	I - 17	01
	I - 18	01

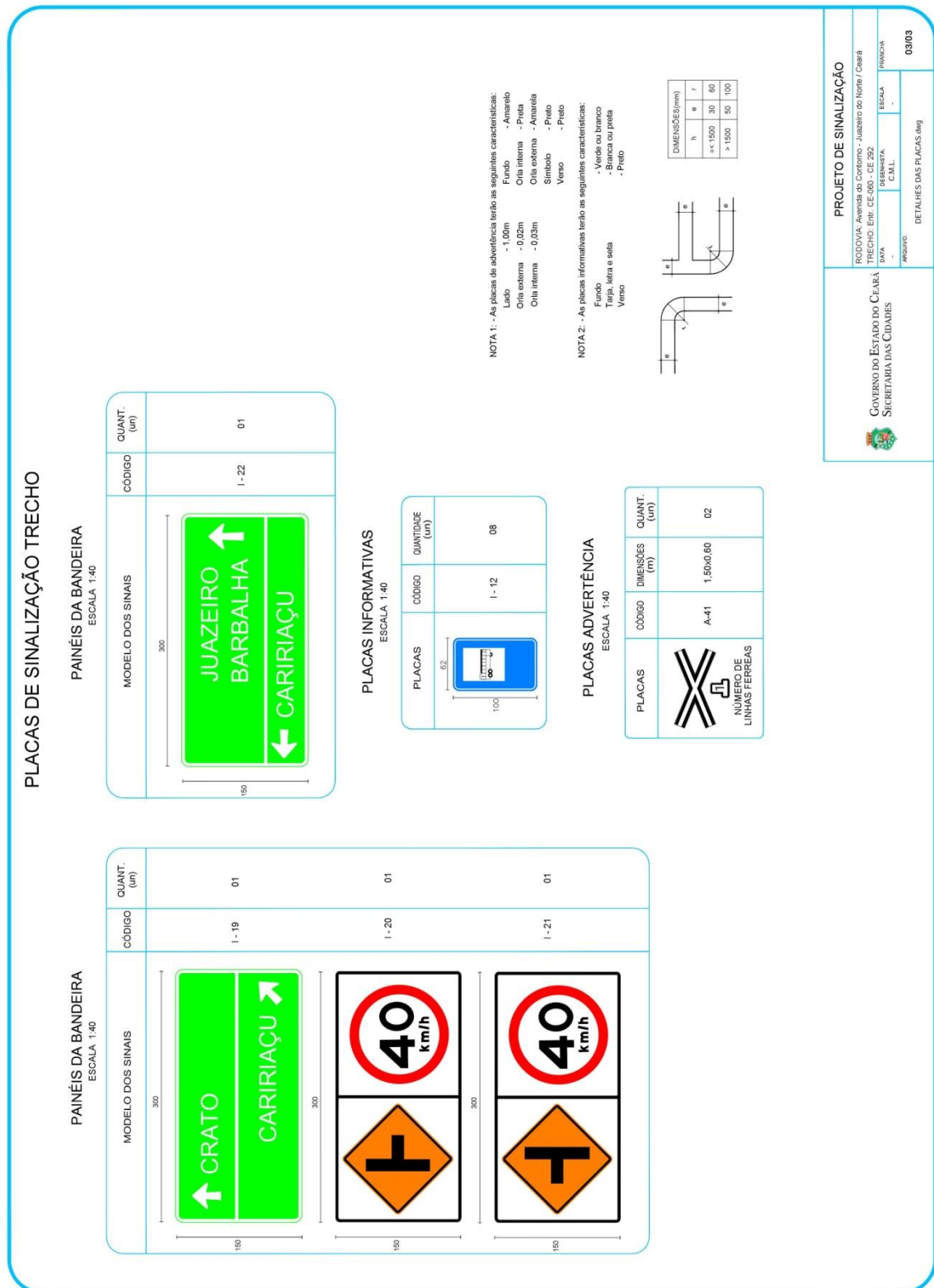
NOTA : - As placas informativas terão as seguintes características:
Fundo
- Verde ou branco
Tela, letra e seta
- Branco ou preto
Vento
- Preto

DIMENSÕES (mm)		
h	e	r
< 1500	30	60
> 1500	50	100

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DAS CIDADES

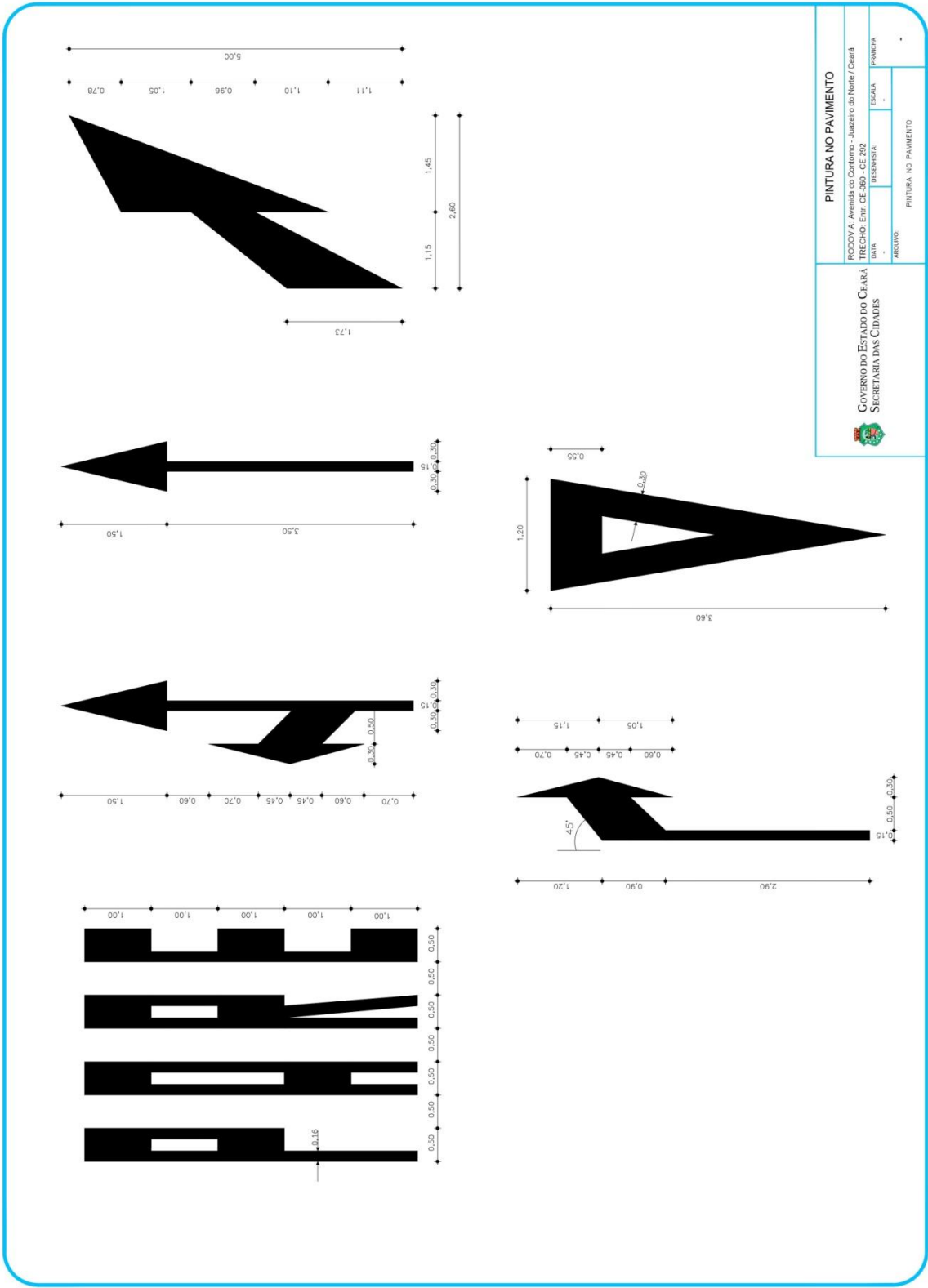
PROJETO DE SINALIZAÇÃO
RODOVIA: Avenida do Cordeiro - Juazeiro do Norte / Ceará
TRECHO: Entr. CE-060 - CE-262
Data: / /
Elaborado por: / /
Aprovado: / /
ESCALA: 1:40
Poliçnia: 02/03
DETALHES DAS PLACAS: sig

ANEXO V – Projeto de Sinalização Vertical 3.



Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.

ANEXO X – Sinalizações Horizontais.



Fonte: CORAL Construtora Rodovalho Alencar Ltda, 2017.