



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA
ENGENHARIA CIVIL**

MAX RODRIGO BRITO DOS SANTOS

**DISTRITO INDUSTRIAL DE PORTO NACIONAL – TO: MELHORIAS
ESTRUTURAIS COMO FATORES ATRATIVOS PARA INSTALAÇÕES DE NOVOS
EMPREENDIMIENTOS.**

**PORTO NACIONAL-TO
2019/01**

MAX RODRIGO BRITO DOS SANTOS

**DISTRITO INDUSTRIAL DE PORTO NACIONAL – TO: MELHORIAS
ESTRUTURAIS COMO FATORES ATRATIVOS PARA INSTALAÇÕES DE NOVOS
EMPREENDIMENTOS.**

Projeto de conclusão do curso de Engenharia Civil da FAPAC/ITPAC PORTO NACIONAL como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área: Transportes

Orientador: Flávio Vieira da Silva Júnior.

**PORTO NACIONAL-TO
2019/01**

MAX RODRIGO BRITO DOS SANTOS

**DISTRITO INDUSTRIAL DE PORTO NACIONAL – TO: MELHORIAS
ESTRUTURAIS COMO FATORES ATRATIVOS PARA INSTALAÇÕES DE NOVOS
EMPREENHIMENTOS.**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Monografia apresentada e defendida em ____/____/____ pela Banca examinadora constituída pelos professores:

Professor: Me. Flávio Vieira da Silva Júnior (Orientador)

Professor: Esp. Paulo Sérgio de Oliveira Jordão

Professor: Me. Ângelo Ricardo Balduino

**PORTO NACIONAL - TO
2019/01**

RESUMO

O estímulo às instalações de grandes empreendimentos, tem sua atratividade impulsionada, não apenas pelas políticas de incentivos fiscais, mas também pela localização estratégica, atrelada a uma estrutura eficiente, que garanta uma qualidade de escoamento de matéria-prima e/ou produto final. Este trabalho abordará as melhorias estruturais como fatores atrativos para instalações de novos empreendimentos, no Distrito Industrial de Porto Nacional – TO. Como objetivo principal propor alterações técnicas de infraestrutura na área, destinada a produção industrial em massa, visando a melhoria logística para a efetiva ocupação do local por novos empreendimentos. A partir de revisões bibliográficas e pesquisas exploratórias associadas as informações quantitativas, a respeito da projeção de recebimento de soja em período de safra da empresa Granol, produtora de biodiesel no distrito, será realizado um projeto de uma interseção de acesso e pavimentação asfáltica da Avenida Principal da área industrial, em conformidade as normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Palavras-chave: Empreendimentos. Parque Industrial. Infraestrutura. Interseção. Pavimentação. Logística

ABSTRACT

The stimulus to the facilities of large enterprises is driven not only by fiscal incentive policies, but also by the strategic location coupled with an efficient structure that guarantees a quality of raw material and / or final product flow. This work will address the structural improvements as attractive factors for installations of new enterprises, in the Industrial District of Porto Nacional - TO. The main objective is to propose technical changes in infrastructure in this area, aimed at mass industrial production, aiming at improving logistics for the effective occupation of the site by new enterprises. Based on bibliographical reviews and exploratory research associated with the quantitative information, regarding the projection of receiving soybeans during the harvest period of the company Granol, biodiesel producer in the district, a project will be carried out on an intersection of access and asphalt paving of Main Avenue of the industrial area, in accordance with the standards of the National Department of Transport Infrastructure (DNIT).

Key words: Enterprises. Industrial park. Infrastructure. Intersection. Paving. Logistics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Parceria de Exército e DNIT em PNCT.....	16
Figura 2 - Interseção em "T"	20
Figura 3 - Interseção Tipo Gota.....	21
Figura 4 - Interseção Canalizada I	21
Figura 5 - Interseção Canalizada II	22
Figura 6 - Interseção com Sinalização Semafórica	22
Figura 7 - Rótula.....	23
Figura 8 - Rótula Vazada	23
Figura 9 - Interseções em desnível	25
Figura 10 - Trombeta.....	26
Figura 11 - Diamante.....	26
Figura 12 - Trevo completo	27
Figura 13 - Trevo parcial	27
Figura 14 - Tipos de movimentos	28
Figura 15 - Camadas do pavimento flexível	32
Figura 16 - Carga no pavimento flexível.....	32
Figura 17 - Camadas do pavimento semirrígido.....	33
Figura 18 - Brita Graduada Simples	34
Figura 19 - Macadame Hidráulico	34
Figura 20 - Macadame Seco	35
Figura 21 - Solo Agregado	36
Figura 22 - Sistema de camadas de um pavimento e tensões solicitantes	38
Figura 23 - Classificação dos revestimentos.....	42
Figura 24 - Parque Industrial de Porto Nacional -TO	45
Figura 25 - Vista aérea de acesso ao Parque Industrial de Porto Nacional -TO	46
Figura 26 - Vista térrea de acesso ao Parque Industrial de Porto Nacional -TO	46
Figura 27 - Principais dimensões básicas dos veículos de projeto (m).....	48
Figura 28 - Espessura total do pavimento em função do N e C.B.R.	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Termos do manual de estudo de tráfego.....	13
Quadro 2 – Roteiro de verificação de itens de projeto e indicação inicial de medidas mitigadoras por tipo de PGT.....	18
Quadro 3 - Definição de Interseção em Nível e Seus Tipos.....	20
Quadro 4 - Definição de interseção em desnível e seus tipos.....	24
Quadro 5 - Tipos de materiais para camada de revestimento.....	37
Quadro 6 - Cronograma da pesquisa	53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 ESTIMATIVA DE TRÁFEGO NOS ACESSOS AS CIDADES	13
3.1.1 Plano Nacional de Contagem de Tráfego – PNCT	15
3.1.2 Áreas de influências dos impactos gerados pelos Polos Geradores de Tráfegos (PGT)	16
3.2 PROJETO GEOMÉTRICO DE INTERSEÇÕES RODOVIÁRIAS.....	18
3.2.1 Interseções em nível	19
3.2.2 Interseções em desnível.....	24
3.2.3 Escolha do tipo de interseção	28
3.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA.....	30
3.3.1 Tipos de pavimentos	30
3.3.2 Materiais aplicados no projeto de pavimentação.....	33
3.3.3 Camadas da estrutura de um pavimento.....	37
4. METODOLOGIA	44
4.1 DEFINIÇÃO DO LOCAL A SER BENEFICIADO COM O PROJETO PROPOSTO	44
4.2 ESTUDO DE TRÁFEGO	47
4.2.1 Classificação da Frota	47
4.2.2 Volume médio diário anual.....	48
4.3 ENSAIOS PARA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DO SOLO.....	49
4.4 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	50

6. RESULTADOS ESPERADOS	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXO A - AUTORIZAÇÃO DE DADOS DA GRANOL IND. E COMÉRCIO.....	57

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Porter (1989), a implantação de indústrias de alta tecnologia demanda uma infraestrutura de qualidade, que proporcione um sistema logístico de transportes que garanta as condições necessárias de escoamento.

Atualmente, para uma obtenção de competitividade, é crucial o incentivo do Governo no desenvolvimento econômico do setor privado.

No Brasil, tratativas que facilitam a abertura e funcionamento de distritos industriais estão em ascensão. São propostos programas que possam beneficiar empresas, como políticas de incentivos fiscais, contudo, esses empreendimentos precisam de estudos de viabilidade e mercado, tráfego, entre outros que afetam diretamente a comunidade em sua circunscrição. Em detrimento a movimentação e ocupação do distrito, a área disponível a produtividade em massa, conseqüentemente, se torna um Polo Gerador de Tráfego (PGT).

Os Polos Geradores de Tráfego (PGT) são empreendimentos constituídos por edificação ou edificações cujo porte e oferta de bens ou serviços geram interferências no tráfego do entorno e grande demanda por vagas em estacionamentos ou garagens (DECRETO N.º 19.915/98; PDDUA, 1999).

Os congestionamentos, ineficiências de escoamentos rodoviários e acidentes são gargalos causados pelos PGT's, que, necessariamente, devem haver uma integração entre seus impactos às alternativas mitigadoras.

Logo, é notável que os conflitos em vias afetadas pelos PGT's agora ocorrem em período integral, em contrariedade a pontos de acesso em centros urbanos, que por sua vez é apenas em horários de picos.

Os pontos onde são necessários uma interseção deve, indubitavelmente, haver uma interação eficiente com a via a ser acessada. Essa integração, tornou-se um estudo de grande importância a engenharia de transportes, pelo seu impacto direto no cotidiano dos cidadãos residentes em suas proximidades. A questão não é apenas o deslocamento entre pontos, mas ser eficientemente capaz de realizá-lo com segurança e qualidade.

A execução de um projeto com alterações técnicas de infraestrutura, visa a melhoria logística, resultando na atratividade a novos empreendimentos, tema a ser abordado neste trabalho.

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo sobre a infraestrutura do Parque Industrial de Porto Nacional - TO, propondo uma projeção adequada de interseção e pavimentação da Avenida Principal, que por sua vez, não é asfaltada, tampouco tem acesso em conformidade ao tráfego ocasionado pelo escoamento de produtos e commodities oriundos de empreendimentos locais.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Propor alterações técnicas de infraestrutura no Distrito Industrial de Porto Nacional – TO, visando a melhoria logística para a efetiva ocupação do local por novos empreendimentos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar o tráfego de veículos pesados dentro do distrito industrial;
- Analisar o impacto do tráfego de veículos pesados nos arredores do parque industrial;
- Propor adequação geométrica do retorno rodoviário de acesso ao parque industrial pela rodovia TO – 050;
- Realizar estudo de adequação do pavimento do acesso e da Avenida Principal do parque industrial.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ESTIMATIVA DE TRÁFEGO NOS ACESSOS AS CIDADES

A finalidade dos estudos de tráfego é obter, por meio de métodos ordenados de coleta, dados relativos aos cinco elementos fundamentais do tráfego, que são, motoristas, pedestres, veículos, vias e meio ambiente, e seu inter-relacionamento (DNIT (2006b)). O estudo de tráfego, além de relatar as condições da via, é de suma importância pois quantifica o fluxo de veículos em um determinado período de tempo e suas respectivas velocidades.

Para a melhor uniformização dos termos, adotou-se os termos utilizados pelo Manual de Estudo de Tráfego (2006), do DNIT, apresentados no quadro 1.

Quadro 1 - Termos do manual de estudo de tráfego

Descrição	Conceitos do Manual de Estudo de Tráfego - DNIT
Capacidade	Número máximo de veículos que poderá passar por um determinado trecho de uma faixa ou pista durante o período de tempo determinado, sob condições reais que predominam na via e no tráfego
Capacidade Máxima de Tração (CMT)	Máximo peso que a unidade tratora é capaz de tracionar, indicado pelo fabricante
Densidade	Número de veículos por unidade de comprimento da via
Espaçamento	Distância entre dois veículos sucessivos, medida entre pontos de referência comuns
Fator Horário de Pico (FHP)	É o volume da hora de pico do período de tempo considerado, dividido pelo quadruplo do volume do período de quinze minutos da hora de pico com maior fluxo de tráfego
Intervalo de Tempo	Tempo transcorrido entre a passagem de dois veículos sucessivos por um determinado ponto
Lotação	Carga útil máxima incluindo condutor e os passageiros que o veículo pode transportar
Peso Bruto Total (PBT)	Peso máximo que o veículo pode transmitir ao pavimento

Tandem:	Dois ou mais eixos de um veículo que constituam um conjunto integrado de suspensão, podendo quaisquer deles ser ou não motriz
Tara	Peso próprio do veículo
Tempo de Viagem	Período de tempo durante o qual o veículo percorre determinado trecho da via, incluindo os tempos de parada
Velocidade	Relação entre o espaço percorrido por um veículo e o tempo gasto para percorrê-lo
Velocidade de Projeto	Velocidade selecionada para fins de projeto, da qual se derivam os valores mínimos de determinadas características físicas diretamente vinculadas à operação e ao movimento dos veículos
Velocidade Instantânea	Velocidade de um veículo em um instante determinado
Velocidade de Fluxo Livre	Velocidade média dos veículos de uma determinada via, quando não são impostas restrições quanto a velocidade e nem por regulamentação de trânsito
Velocidade Média de Percurso	Velocidade de um trecho de uma via, determinada pela razão do comprimento do trecho pelo tempo médio gasto para percorrê-lo
Velocidade Média no Tempo	Média aritmética das velocidades pontuais de todos os veículos que passam por um determinado ponto da via, durante intervalos de tempo finitos
Velocidade Média de Viagem	Velocidade no trecho de uma via, determinada pela razão do comprimento do trecho pelo tempo médio gasto em percorrê-lo
Velocidade de Operação	Mais alta velocidade com que o veículo pode percorrer uma dada via atendendo as limitações impostas pelo tráfego. Não pode exceder a velocidade de projeto
Velocidade Percentual N% (VPN%)	Velocidade abaixo da qual trafegam N% dos veículos
Velocidade Pontual	Velocidade instantânea de um veículo quando passa por um determinado trecho da via
Volume Horário de Projeto (VHP)	Fluxo de veículos que deve ser atendido em condições adequadas de segurança e conforto pelo projeto da via em questão
Volume Médio Diário (VMD)	Número médio de veículos que percorre uma seção de uma rodovia, por dia, durante certo período de tempo
Volume de Tráfego	Número de veículos que passam por uma seção de uma via, durante uma unidade de tempo

Fonte: DNIT (2016) - Adaptado pelo autor

Em detrimento a demanda de escoamento de commodities e/ou produtos em geral para consumo, seja humano ou produção industrial, houve a necessidade de um melhor estudo sobre o tráfego rodoviário. Visto que, a ausência do presente estudo omite a limitação do tráfego, causando problemas patológicos e circulação desordenada em cidades, em que sua estrutura de pavimentação, não está adequadamente preparada para receber a demanda não planejada. É primordial para o dimensionamento do pavimento que o estudo de tráfego, apresentando a estimativa de tráfego futuro de uma região, seja o mais representativo da realidade possível. Segundo o DNIT (2006a), o tráfego está diretamente relacionado as pressões propagadas no solo.

3.1.1 Plano Nacional de Contagem de Tráfego – PNCT

O quantitativo de veículos é realizado em campo, por intermédio de postos posicionados em pontos estratégicos. Pesquisa de origem e destino, também é aplicado a atividade em campo, permitindo a adequada expansão da amostra.

O Plano Nacional de Contagem de Tráfego – PNCT, teve início em 1975 em uma reunião de técnicos de trânsito, inicialmente nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Logo, com a eficiência do projeto, o DNIT, em 1977, expandiu o programa (MATTOS, 2014). O autor da publicação cita, também, que em 1999 e 2000 os Postos de Monitoramento de Tráfego na Rede Rodoviária Federal sob jurisdição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT já coletavam dados relativos ao volume de tráfego, às velocidades operacionais dos veículos e às cargas por eixo para os veículos de carga e de transporte coletivo.

Com as informações coletadas em campo, em paralelo as características físicas do trecho rodoviário, são identificados os aspectos operacionais do tráfego nos principais eixos de transporte do país, subsidiando os estudos voltados para a definição das políticas de construção, manutenção e administração de rodovias (MATTOS, 2014).

Na figura 1 é possível notar a realização da contagem de tráfego, realizada pelo DNIT em parceria com o Exército brasileiro, serviço que é executado nas principais rodovias do Brasil.

Figura 1 - Parceria de Exército e DNIT em PNCT



Fonte: DNIT; COTER, (2016).

O Comando de Operações Terrestres (COTER), em apoio ao DNIT nas atividades de controle de tráfego, afirma que as contagens volumétricas e classificatórias de tráfego, visam determinar a quantidade, o sentido e a composição do fluxo de veículos que passam por um ou vários pontos selecionados do sistema viário, numa determinada unidade de tempo (COTER; DNIT, 2016).

3.1.2 Áreas de influências dos impactos gerados pelos Polos Geradores de Tráfegos (PGT)

Segundo o DENATRAN (2001), os Polos Geradores de Tráfegos (PGT), que são empreendimentos de grande porte, ocasionam uma demanda maior no número de viagens, que consequentemente produzem reflexos negativos.

Faz-se indispensável, um Relatório de Impacto no Trânsito (RIT), que objetiva qualificar os impactos oriundos de implantações de empreendimentos no sistema rodoviário, propondo medidas que irão mitigar a demanda do fluxo das vias e a garantir melhor circulação de pedestres e veículos. O RIT, é diretamente elaborado para um Polo Gerador de Tráfego (PGT).

De acordo com Manfio (2015), os impactos estão relacionados tanto em microrregião, onde o acesso ao empreendimento é imediato, quanto macrorregião, por envolver outras vias de escoamento da matéria prima do empreendimento.

Para padronização dos processos referente ao uso e ocupação do solo e seus impactos ocasionados pela circulação de veículos, existem leis em esferas municipais, estaduais e federais que regulamentam e asseguram a implantação dos empreendimentos PGT.

A Lei Federal 10.257/01, conhecida como Estatuto das Cidades, regulamenta no art. 2º que a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana (CAMPOS, 2011). A normativa destaca a ordenação e controle do uso do solo de modo a evitar que empreendimentos considerados polos geradores de tráfego se instalem sem uma previsão da infraestrutura local. O Código de Trânsito Brasileiro - CTB estabeleceu em seu Artigo 93, que nenhum projeto de edificação que possa se transformar em polo atrativo de trânsito poderá ser aprovado sem prévia anuência do órgão ou entidade com circunscrição sobre a via e sem que do projeto conste área para estacionamento e indicação de vias de acesso adequadas.

Logo, perante a legislação, os municípios brasileiros, em situações de alterações urbanísticas e/ou estruturais em detrimento de instalações de grandes empresas, podem adequar suas legislações para que haja uma compensação dos impactos negativos dos empreendimentos.

A resultante de um estudo do novo tráfego a ser instalado, condiciona uma eficiente mobilidade dos transportes e uma significativa melhoria na qualidade de vida de todos os cidadãos envolvidos nestes processos.

Como exemplo de seguimento, no que se refere ao planejamento e regulamentação dos PGT, a Prefeitura Municipal de São José dos Campos – SP tem seu manual, que é baseado em leis e plano diretor, chamado de Decreto para Licenciamento de Empreendimentos Polos Geradores de Tráfego.

Em detrimento as classificações dos empreendimentos considerados como PGT's e os tipos de impactos negativos que geram, foi elaborada um roteiro, parcialmente apresentado no quadro 2, com o indicativo de itens de projeto que devem ser implantados, e de medidas mitigadoras cabíveis como roteiro inicial de orientação, em conformidade ao manual elaborado pela PMSJC.

Quadro 2 – Roteiro de verificação de itens de projeto e indicação inicial de medidas mitigadoras por tipo de PGT

PGT	TIPO DE IMPACTO	ITENS DE PROJETO	MEDIDAS MITIGADORAS
Industriais	Conflito nas vias de acesso por movimentação de entrada/saída de veículos leves, de carga e ônibus fretados, carga/descarga irregular, insegurança para pedestres e para o trânsito pela movimentação nos horários de entrada/saída de turnos	Geometria dos acessos, áreas de acumulação/espera, circulação interna de veículos de carga/veículos leves, área ônibus fretados, acesso pedestres.	Projeto para circulação e segurança pedestres, verificar oferta de transporte coletivo, solucionar pontos críticos no sistema viário.
Galpões de armazenagem/distribuição	Conflito nas vias de acesso pela movimentação intensa de veículos de carga e filas de veículos para entrar, insegurança para pedestres e trânsito em geral, estacionamento irregular de veículos de carga.	Geometria dos acessos, pontos de controle, estacionamento, áreas de espera.	Projeto para circulação/segurança de pedestre, solução de pontos críticos sistema viário.

Fonte: CAMPOS (2011) - Adaptado pelo autor.

Os seguimentos apresentados no quadro 2 são apenas os mais agressivos as vias de tráfegos, elaborado de maneira a direcionar o projetista quanto às possíveis ações mitigatórias, contudo não limita a utilização apenas destas atividades, sendo que, durante o processo de avaliação do projeto, poderão ser detectadas necessidades específicas na introdução do PGT na região e que exijam outras medidas mitigadoras, não indicadas no roteiro existente, tais como ampliações do sistema viário de entorno, implantação de semáforos, soluções viárias em desnível, obras de arte, etc.

3.2 PROJETO GEOMÉTRICO DE INTERSEÇÕES RODOVIÁRIAS

O projeto geométrico de rodovias, de modo geral, é todo o conjunto dos elementos necessários e suficientes para definição da forma geométrica de uma via,

elaborado após as análises de diretrizes propostas pelos órgãos detentores da área a ser pavimentada.

O DNIT (2005), em seu manual de projeto de interseção, define interseção como a área em que duas ou mais vias se unem ou se cruzam, abrangendo todo o espaço destinado a facilitar os movimentos dos veículos que por ela circulam. Essas interseções se dividem em mesmo nível e/ou níveis diferentes.

3.2.1 Interseções em nível

As interseções em nível são as vias de tráfego que se unem na mesma superfície, sem que haja a necessidade de obras de arte. Entretanto, para que sejam seguras evitando conflitos, necessitam de dispositivos destinados a ordenar os movimentos, em detrimento a necessidade, o nível de conforto e a segurança que a interseção pode oferecer. O DNIT, estabelece no Manual de Projeto de Interseções que o tipo de projeção da interseção em nível é definido em função do número de ramos, das soluções adotadas e do controle de sinalização, conforme quadro 3.

Quadro 3 - Definição de Interseção em Nível e Seus Tipos

Interseção a ser adotada	Tipos
Em função do número de ramos	• Interseção de três ramos ou "T": interseção em nível com três ramos. • Interseção de quatro ramos: interseção em nível com quatro ramos. • Interseção de ramos múltiplos: interseção em nível com cinco ou mais ramos.
Em função das soluções adotadas	• Mínima: solução sem nenhum controle especial, aplicável normalmente onde o volume horário total (dois sentidos) em termos de Unidade de Carro Passeio (UCP) da via principal for inferior a 300 e o da via secundária for inferior a 50. • Gota: solução que adota uma ilha direcional do tipo "gota" na via secundária com a função de disciplinar os movimentos de giro à esquerda. • Canalizada: solução em que os movimentos do tráfego têm suas trajetórias definidas pela sinalização horizontal, por ilhas e outros meios, com o objetivo de minimizar os seus conflitos. • Rótula (rotatória): solução em que o tráfego se move no sentido anti-horário ao redor de uma ilha central. • Rótula vazada: solução em que as correntes diretas da via principal atravessam uma ilha central, em torno da qual as demais correntes circulam no sentido anti-horário.
Em função do controle de sinalização	• Sem sinalização semafórica (luminosa): típica de zonas rurais onde o fluxo é controlado por sinalização horizontal e vertical. • Com sinalização semafórica (luminosa): típica de zonas urbanas onde o fluxo é controlado por semáforo;

Fonte: DNIT (2005) - Adaptado pelo autor

Conforme o quadro 3, no que se refere ao número de ramais do tipo "T", o mais adequado é que seja no máximo quatro ramais, de acordo com a figura 2.

Figura 2 - Interseção em "T"



Fonte: MILLACK (2014).

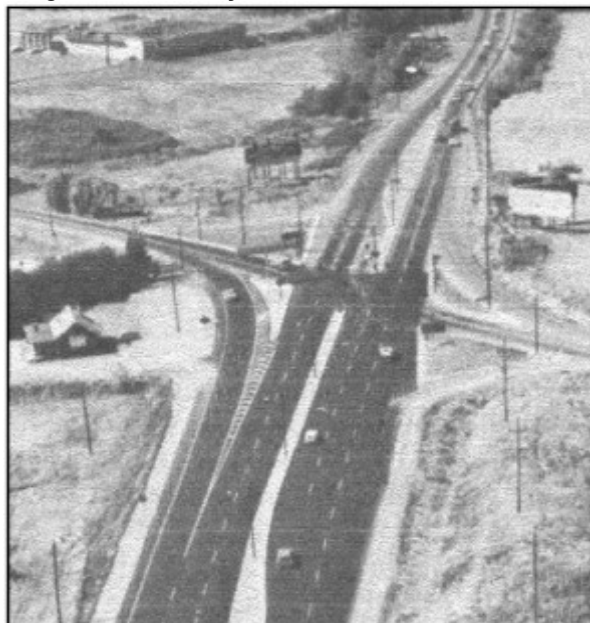
E abaixo segue alguns tipos de interseções em nível ilustradas nas Figuras 3 a 8 do manual do DNIT.

Figura 3 - Interseção Tipo Gota



Fonte: DNIT (2005).

Figura 4 - Interseção Canalizada I



Fonte: DNIT (2005).

Figura 5 - Interseção Canalizada II



Fonte: DNIT (2005).

Figura 6 - Interseção com Sinalização Semafórica



Fonte: DNIT (2005).

Figura 7 - Rótula



Fonte: DNIT (2005).

Figura 8 - Rótula Vazada



Fonte: DNIT (2005).

3.2.2 Interseções em desnível

As interseções em desnível acontecem quando vias e/ou ramos da interseção se cruzando em cotas diferentes. Assim como em níveis, as com níveis diferentes, também, possuem suas peculiaridades ao definir o tipo.

A interseção em nível diferente proporciona maior segurança, em detrimento à ausência de conflitos diretos, possibilidade de ser construída em etapas, evitam paralisações e grandes mudanças de velocidade (MILLACK, 2014). Entretanto, por ser um projeto de maior custo inicial, em comparação ao em nível, a implantação do mesmo deve ter sua viabilidade tecnicamente estudada.

O quadro abaixo especifica a classificação com seus respectivos tipos de interseções em desnível, de acordo com o DNIT.

Quadro 4 - Definição de interseção em desnível e seus tipos

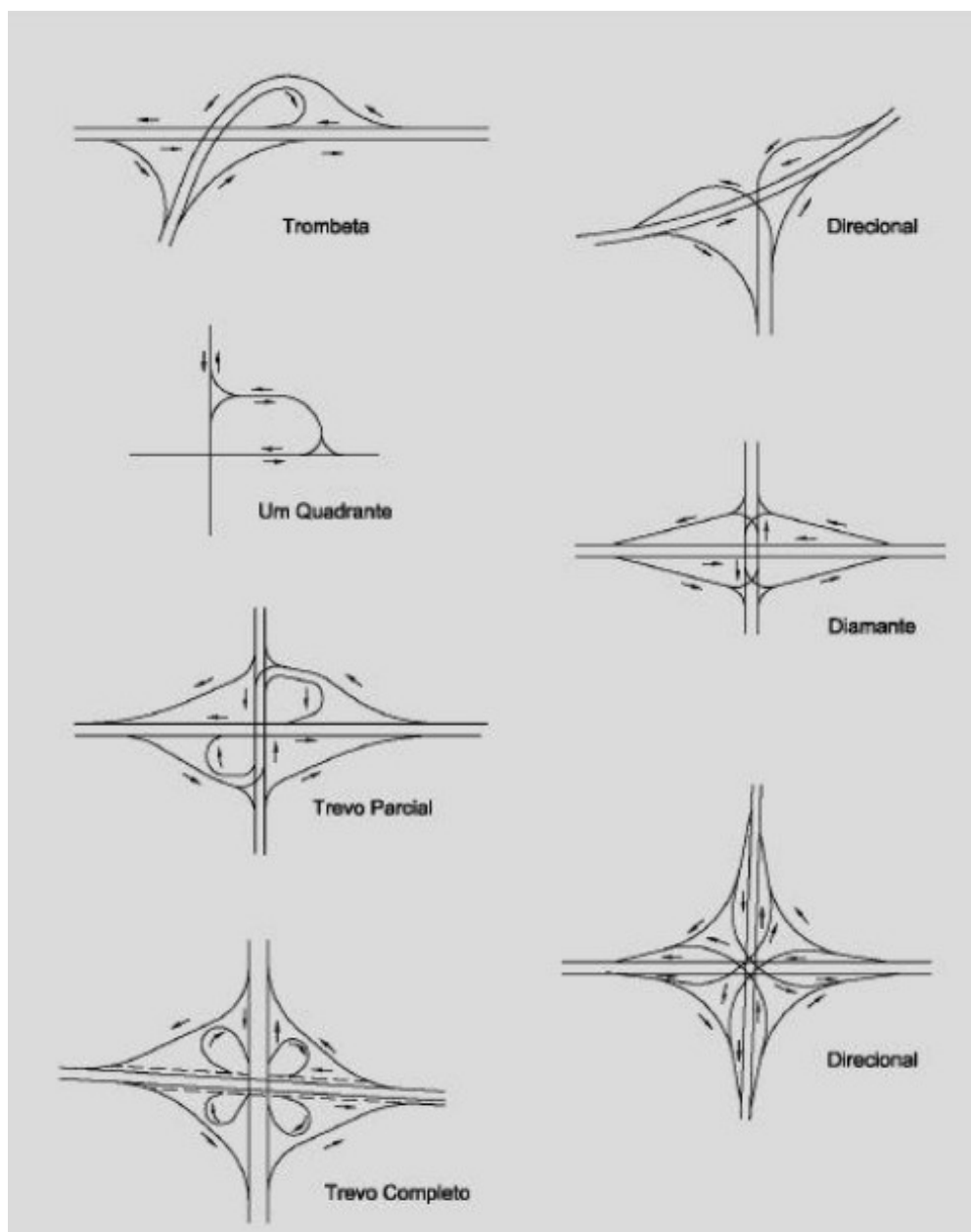
Classificação	Tipos
Cruzamento em níveis diferentes sem ramos	Passagem Superior: quando a rodovia principal passar sobre a via secundária. • Passagem Inferior: quando a rodovia principal passar sob a via secundária.
Interconexão	• Interconexão em “T” ou “Y”: interconexão com três ramos. O aspecto geral do projeto faz com que seja designada por “T” ou “Y”. • Diamante: interconexão em que a via principal apresenta, para cada sentido, uma saída à direita antes do cruzamento e uma entrada à direita após o mesmo. • Trevo completo: interconexão em que, nos quatro quadrantes, os movimentos de conversão à esquerda são feitos por laços (loops) e à direita por conexões externas aos laços. • Trevo parcial: interconexão formada pela eliminação de um ou mais ramos de um trevo completo, apresentando pelo menos um ramo em laço. • Direcional: interconexão que utiliza ramos direcionais para os principais movimentos de conversão à esquerda. • Semidirecional: interconexão que utiliza ramos semidirecionais para os principais movimentos de conversão à esquerda. • Giratório: interconexão que utiliza uma interseção rotatória (rótula) na via secundária.

Fonte: DNIT (2005) - Adaptado pelo autor

As obras de artes, como viadutos, presentes nas interseções em níveis diferentes condicionam a um tráfego sem congestionamentos ou engarrafamentos. Diante ao caso, regiões com um grande fluxo rodoviário, as interseções em desnível podem ser a única solução viável.

A figura 9 ilustra algumas interseções em desnível, inicialmente com as interseções básicas de interconexões.

Figura 9 - Interseções em desnível



Fonte: DNIT (2005).

As interconexões com três ramos são referenciadas como trombetas, isso quando uma das correntes de tráfego executar giro próximo de 270° , conforme figura 10.

Figura 10 - Trombeta



Fonte: Millack (2014).

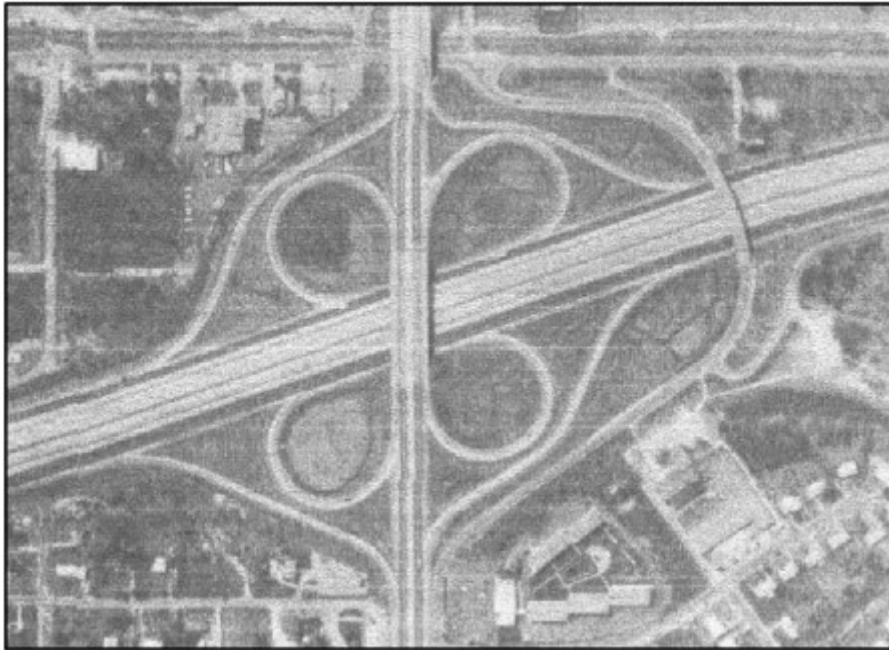
Em sequência ilustrativa, seguem demonstrações do manual de interseções do DNIT, da figura 11 a 13.

Figura 11 - Diamante



Fonte: DNIT (2005).

Figura 12 - Trevo completo



Fonte: DNIT (2005).

Figura 13 - Trevo parcial

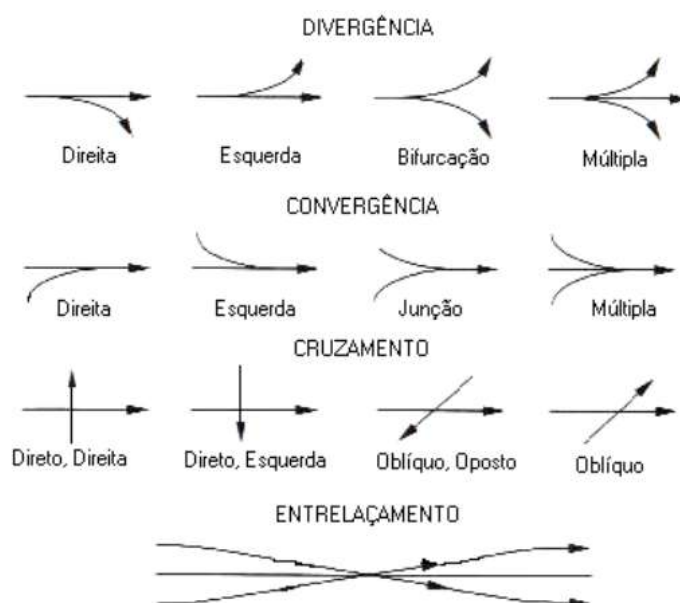


Fonte: (DNIT, 2005).

3.2.3 Escolha do tipo de interseção

Conforme mostra a figura 14, os movimentos em uma interseção se classificam como divergência, convergência, cruzamento e entrelaçamento.

Figura 14 - Tipos de movimentos



Fonte: ALBANO (2007)

No artigo, Noções Sobre Interseções, Albano (2007) cita que nas rodovias federais e estaduais, as interseções representam cerca de 4% da área total e que nelas ocorrem 53% dos acidentes. Movimentos e manobras, consequentemente, ocasionam conflitos, quando sua projeção, de modo geral, não é eficientemente integrada a segurança.

O projeto do dispositivo rodoviário tem como objetivo, além da descontinuidade em qualquer rede viária, assegurar a circulação ordenada dos meios de transportes e manter o nível de serviço da rodovia, garantindo a segurança nas áreas em que as suas vias de tráfego sofrem a interferência de outras vias.

Assim como num projeto de implantação de pavimento asfáltico, o de interseção, também, deve-se considerar a necessidade local, o acesso a matéria

prima para mobilização e que seus objetivos a serem alcançados garantam a viabilidade do custo de implantação e segurança.

No estudo e projeto de interseção, deve-se levar em consideração os elementos de tráfego, fatores físicos, econômicos e ambientais.

O DNIT (2005), cita em seu manual que a interseção a ser adotada deve correlacionar a topografia do terreno, o volume de tráfego e sua composição, a capacidade da via, a segurança e os custos de implantação e de operação.

Dados funcionais e físicos são, inicialmente, dados básicos a serem considerados no projeto.

Os dados funcionais estão ligados as características de classificação em uma determinada rede, tipo de controle de seus acessos, velocidades específicas e prioridades de passagem. Já as físicas, estão relacionadas as projeções da topografia da área a ser afetada, com base em aerofotogrametria, levantamentos topográficos e sistemas de processamento de dados. Posteriormente, o estudo do tráfego deve ser realizado, pois a definição do projeto depende, também, do volume e das características do tráfego que circulará no ano de projeto (DNIT, 2005).

Os dados de tráfego deverão incluir os Volumes Médios Diários (VMD) e os Volumes Horários de Projeto (VHP). Na contagem de veículos são definidos os dias da semana onde se tem maior fluxo e períodos horários de picos de tráfego.

Para a implantação de uma interseção deve-se realizar pesquisas de origem e destino, em paralelo a contagem de volume de tráfego.

Análises relacionadas a acidentes e tráfego de pedestres são de suma importância para as condições operacionais e segurança. Já no que diz respeito ao aspecto econômico, em detrimento do custo de implantação da interseção, será avaliado a viabilidade entre a interseção em nível ou em níveis diferentes. Tecnicamente, o projeto a ser executado tem uma variabilidade de materiais e distintas maneiras a ser implantado, entretanto, a definição recai sobre a opção que apresente menor custo.

3.3 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

O DNIT cita em seu Manual de Pavimentação que as técnicas de pavimentação se tornaram mais precisas a partir da década de 50, em detrimento a integração entre o Brasil e Estados Unidos, tendo como necessidade a uniformização das especificações de serviço e normatização e técnicas construtivas (DNIT, 2006a).

O pavimento é toda a estrutura das vias que recebem esforços verticais advindos da locomoção de pessoas, sejam elas por veículos de pequenos a grandes portes. Esses esforços, denominados de solicitações, são transferidos ao pavimento, que por sua vez deverá ter capacidade de resistir e distribuí-los para a sua estrutura. Também, a estrutura de pavimentação deverá resistir aos esforços horizontais, juntamente as solicitações verticais (DNER, 1996).

Diante ao caso, estudos relacionados ao solo e solicitações devem ser realizados, para que o projeto de dimensionamento da estrutura pavimentar resista todas as solicitações exercidas sobre ela, e que a mesma obtenha uma maior vida útil.

Um projeto de uma via de circulação de veículos está diretamente ligado a melhoria de operação de tráfego, no que diz respeito a regularização da superfície. A projeção da mesma objetiva a garantia de conforto no deslocamento de veículos, uma efetiva aderência, que consequentemente proporciona segurança em condições de intempéries, uma superfície menos ruidosa diante a ação dinâmica dos pneumáticos (BALBO, 2007).

3.3.1 Tipos de pavimentos

O pavimento de uma rodovia é a superestrutura formada por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espço considerado teoricamente como infinito – a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito (DNIT, 2006a).

A diferença essencial entre os tipos de pavimentos é basicamente como eles distribuirão a carga recebida pelo volume do tráfego para o subleito daquela estrutura.

Testes, ensaios e estudos são aspectos que devem ser levados em consideração para um projeto de pavimentação, que visa definir a necessidade de uma determinada área. A partir dos processos para tomada de decisão, define-se o tipo de pavimento, que se difere em flexível, rígido e semi-rígido.

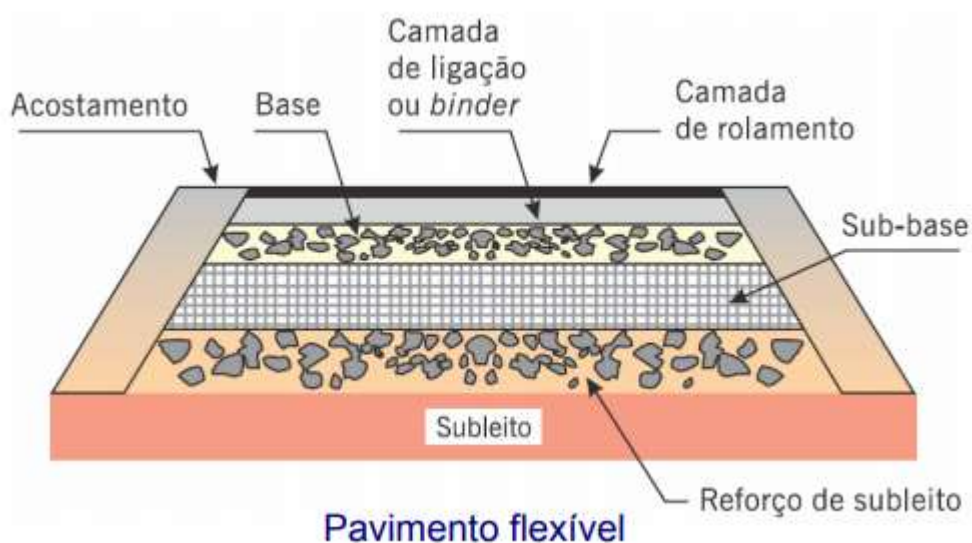
3.3.1.1 Pavimento Flexível

A estrutura de um pavimento flexível pode ser definida como uma estrutura em camadas, tendo como objetivo central resistir e redistribuir os esforços absorvidos pelo tráfego, melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança do usuário, e impermeabilizar as camadas inferiores da estrutura (DNIT, 2006a).

Uma particularidade do pavimento está relacionada ao carregamento que é aplicado, todas as camadas trabalham em conjunto, de maneira com que a carga se fragmente em frações aproximadamente equivalentes.

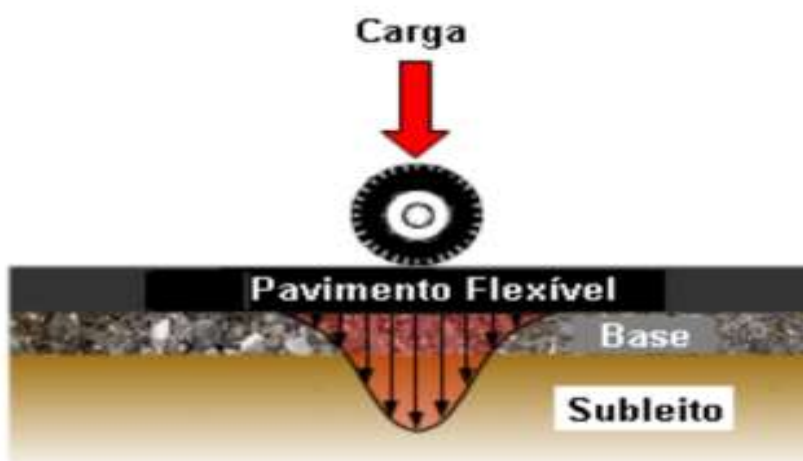
A figura 15, ilustra as camadas constituintes de um pavimento flexível, desde o terreno natural, que é o subleito, até a camada de rolamento (revestimento). Em seguida, a figura 16 demonstra os efeitos das cargas aplicadas em sua superfície.

Figura 15 - Camadas do pavimento flexível



Fonte: (BIANCHI et al., 2008)

Figura 16 - Carga no pavimento flexível



Fonte: (VIEIRA, 2016)

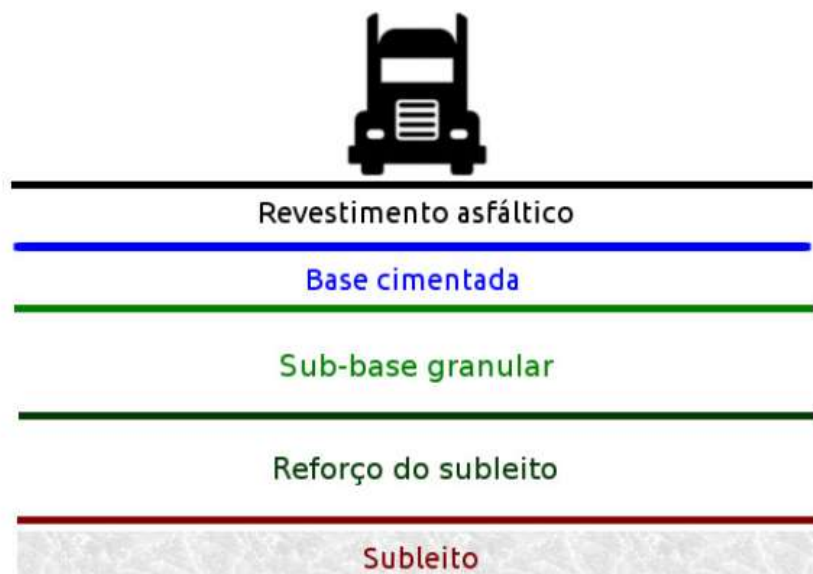
3.3.1.2 Pavimento semirrígido

O pavimento semirrígido é um tipo de revestimento intermediário, entre o flexível e o rígido. Segundo Balbo (2007), é composto por um revestimento asfáltico com base ou sub-base em material tratado com cimento de elevada rigidez, excluídos quaisquer tipos de concreto.

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT do ano de 2006, o pavimento semirrígido caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias.

A figura 17 ilustra as camadas constituintes de um pavimento semirrígido.

Figura 17 - Camadas do pavimento semirrígido



Fonte: ECIVIL (s.d.)

3.3.2 Materiais aplicados no projeto de pavimentação

Os materiais a serem aplicados na pavimentação variam em detrimento ao tipo de pavimento, bem como os tipos de camadas necessárias em cada obra. As camadas, compostas por base, sub-base e reforço do subleito tem seus materiais escolhidos de acordo com sua natureza e comportamento.

Existem diversos tipos de materiais aplicados em obras de pavimentação, a seguir serão apresentados os mais comuns.

➤ Brita Graduada Simples (BGS): é a mistura em usina, de produtos de britagem de rocha sã, que resulta em dimensionamento granulométrico contínuo que, corretamente compactado, resulta em um produto final com propriedades adequadas de estabilidade e durabilidade. Seu material é bem graduado com diâmetro nominal máximo de 38mm, porém é mais usual com diâmetros nominais menores, utilizado como base ou sub-base no pavimento. Na figura 18, tem sobreposta ao material uma moeda como comparativo dimensional da BGS.

Figura 18 - Brita Graduada Simples



Fonte: EMBU S.A (s.d.)

➤ **Macadame Hidráulico:** é o material utilizado na camada de base ou sub-base, obtida por compressão de agregados graúdos, uniformemente distribuídos, cujos vazios são preenchidos por areia ou pó de pedra, inicialmente a seco e posteriormente, com ajuda de água. A estabilidade da camada é obtida a partir da ação mecânica enérgica de compactação. Caso necessário este processo poderá ser repetido até atingir-se a espessura final desejada. Atualmente, é utilizado onde a execução do pavimento não há proximidade com usinas de BGS.

Figura 19 - Macadame Hidráulico



Fonte: ROSSI, 2016

➤ **Macadame Seco:** é a camada granular composta por agregados graúdos, sejam eles naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos. Seu material tem propriedades similares ao macadame hidráulico, porém o que os diferem é que nesse caso não há presença de água para realizar o preenchimento dos vazios na camada (DER/PR, 2005). Na figura 20, tem sobreposta ao material uma moeda como comparativo dimensional.

Figura 20 - Macadame Seco



Fonte: EMBU S.A (s.d.)

➤ **Solo Agregado:** composto por agregados, solo e água. Esses materiais podem ser misturados em usinas, e são aplicados diretamente no solo e compactados posteriormente por rolo liso ou pé de carneiro. Quando este solo é misturado com agregado britado, o solo estabilizado recebe o nome de solo brita, estas misturas geralmente apresentam resistências e estabilidades que atendem aos requisitos necessários para uso em bases e sub-bases. Geralmente, essas bases de solo brita são, economicamente, mais vantajosas que as outras convencionais como brita graduada ou solo cimento (ODA, 2016).

Figura 21 - Solo Agregado



Fonte: COUTO, 2009

➤ Rachão: é um material mais compacto e aplicado em camadas onde há a necessidade de aumentar a resistência, tendo melhor aplicabilidade na camada final de terraplenagem, com pedras provenientes do britador primário, mecanicamente homogeneizada e comprimida, sobre a qual será espalhado pó de pedra ou areia, vibrados até preencher os vazios.

Figura 22 – Rachão



Fonte: COUTO, 2009

A execução de um pavimento, demanda não só conhecimento dos materiais constituintes das camadas desse pavimento, mas também dos materiais que compõem o subleito e os que estão relacionados a construção de drenos, acostamentos, cortes e aterros (SENÇO, 2007).

Os materiais tem sua aplicabilidade em detrimento ao tipo de pavimento: flexível, rígido ou semirrígido. E para isso pode-se utilizar os seguintes materiais apresentados no quadro 5.

Quadro 5 - Tipos de materiais para camada de revestimento

Materiais Para a Camada de Revestimento	
Asfalto	Cimento Asfáltico (CAP): o cimento asfáltico é o asfalto obtido especialmente para apresentar características adequadas para o uso na construção de pavimentos, podendo ser resultado de destilação de petróleo em refinarias ou do asfalto natural encontrado em jazidas. Asfalto diluído (AD): o asfalto diluído são diluições de cimentos asfálticos em solventes derivados do petróleo de volatilidade adequada, quando há necessidade de eliminar o aquecimento do CAP ou utilizar um aquecimento moderado. Emulsões asfálticas (EAP): é obtida pela combinação de água com asfalto aquecido, em um meio intensamente agitado e na presença dos emulsificantes, cujo objetivo é oferecer certa estabilidade ao conjunto, favorecer a dispersão e revestir os glóbulos de betume de uma película protetora, mantendo-os em suspensão.
Cimento	Em pavimentos rígidos será utilizado o cimento Portland como base para a produção dos elementos da camada de revestimento. Segundo a NORMA DNIT 059/2004 – ES, o cimento Portland poderá ser de qualquer tipo, desde que satisfaça as exigências específicas da DNER-EM036, para o cimento a ser empregado.

Fonte: ROSSI, 2016 - Adaptado pelo autor

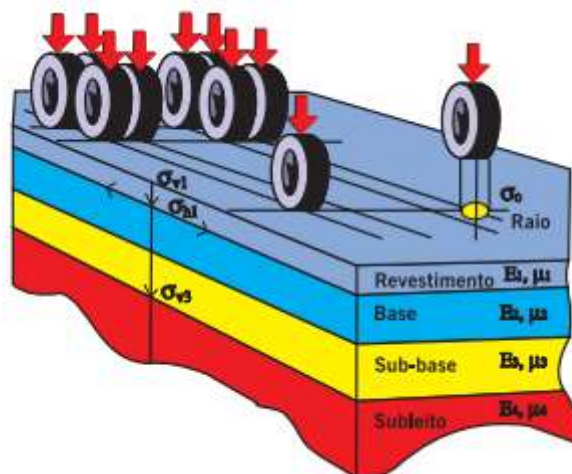
3.3.3 Camadas da estrutura de um pavimento

As tensões e deformações aplicadas na camada do pavimento asfáltico, pelas cargas do tráfego, estão diretamente associadas ao trincamento por fadiga

dessa camada. Podendo ainda apresentar trincamento por envelhecimento do ligante asfáltico e por intempéries. Parte de problemas relacionados à deformação permanente e outros defeitos pode ser atribuída ao revestimento asfáltico.

Nos pavimentos asfálticos, as camadas de base, sub-base e reforço do subleito são de grande importância estrutural. Limitar as tensões e deformações na estrutura do pavimento, conforme ilustração da figura 22, por meio da combinação de materiais e espessuras das camadas constituintes, é o objetivo da mecânica dos pavimentos (BERNUCCI et al., 2010).

Figura 22 - Sistema de camadas de um pavimento e tensões solicitantes



Fonte: (BERNUCCI et al., 2010)

As camadas que compõem a estrutura do pavimento serão projetadas acima do subleito, posterior a terraplanagem do local, que se diferem conforme a solicitação do tráfego local estudado. A estrutura acima do subleito funciona como a fundação do sistema que receberá os esforços absorvidos pelo pavimento. Acima do subleito, a estrutura do pavimento é constituída por uma regularização do subleito, reforço de subleito, caso necessário, uma sub-base acima do reforço de subleito, seguido de uma base e por fim um revestimento.

3.3.3.1 Subleito

O subleito é a camada compreendida como a superfície abaixo da terraplanagem, precisamente situada no limite inferior da zona de influência das pressões exercidas na superfície do pavimento (DNIT 2006a).

No que se refere ao efeito de deformação plástica de um subleito, o DNIT (2006a), cita que a estrutura, com sua espessura suficiente, evita ou reduz as tensões de cisalhamento no subleito. Entretanto, esta, é dificilmente determinada mediante a simples ensaios da Mecânica dos Solos. Ensaio como o de penetração de um pistão, CBR (California Bearing Ratio), que traduzido para a língua portuguesa, é o Índice de Suporte Califórnia. O ensaio tem o objetivo de integrar no dimensionamento de pavimentos rodoviários, determinando a capacidade de suporte de um solo compactado. Atualmente, é regido pela ABNT: NBR 9895/87 (ABNT, 1987).

A determinação da espessura final do pavimento, os materiais a serem utilizados, estão diretamente atreladas as condições do subleito, ou seja, quanto menor for a resistência do subleito, maior será a espessura da estrutura de pavimento.

O estudo para o reconhecimento do solo do subleito, geralmente é realizado nas vias com terraplanagem concluída, visto que, haja também uma tendência no que se refere a todos os estudos geotécnicos, que sejam realizados previamente à terraplanagem, resultando numa compatibilidade nos projetos de terraplanagem e pavimentação. (MARQUES, 2006)

Em conformidade a Instrução de Projeto, do Departamento de Estradas de Rodagem de 2006, para a camada de melhoria e preparo do subleito, os solos devem apresentar as seguintes propriedades geotécnicas:

- Capacidade de suporte medida pelo Índice de Suporte Califórnia (ISC) superior ou igual à 2%;
- Expansão máxima de 2%;
- Grau de compactação mínimo de 100% do Proctor Normal. Para solos finos lateríticos ou para solos granulares pode ser utilizada a energia de 100% do Proctor Intermediário.

3.3.3.2 Reforço do Subleito

A camada de reforço do subleito é aplicada acima do greide de regularização, tendo como finalidade reduzir a espessura da sub-base. O reforço do subleito serve, também, para amenizar as tensões provocadas pelo tráfego atuantes no subleito.

De acordo com Balbo (2007), a execução da camada de reforço de subleito não é obrigatória, devido as espessuras das camadas superiores serem maiores, aliviando as pressões sobre um subleito medíocre.

Diante a afirmação, é importante salientar que a aplicação da camada de reforço é economicamente viável, pois um subleito de baixa resistência, do ponto de vista técnico, exige espessuras maiores das camadas de base e sub-base. De forma lógica, o reforço de subleito, por sua vez, resistirá as solicitações de maiores ordens de grandezas, respondendo parcialmente pelas funções do subleito e exigindo menores espessuras de base e sub-base sobre si, sendo, em geral, menos custoso o emprego de solos de reforço, em vez de maiores espessuras de camadas granulares ou cimentadas (BALBO, 2007).

De acordo com a Instrução de Projeto, do Departamento de Estradas de Rodagem de 2006, os solos apropriados para camada de reforço do subleito são os de ISC superior ao do subleito e expansão máxima de 1%.

3.3.3.3 Sub-base

A camada de sub-base é uma camada complementar à base, e tem as mesmas funções da base. Deve ser executada quando não for aconselhável a aplicação da base diretamente sobre o leito regularizado ou sobre o reforço, por circunstâncias técnicas e econômicas. Pode ser utilizado para regularizar a espessura da base.

Justaposto entre o subleito, ou camada de reforço deste, e a camada de base, o material precisa ter uma boa capacidade de suporte. A camada previne o bombeamento do solo do subleito para a camada de base.

Em conformidade a Instrução de Projeto, do Departamento de Estradas de Rodagem de 2006, os solos, misturas de solos, solos estabilizados quimicamente,

materiais pétreos ou misturas de solos quando aplicados na camada de sub-base do pavimento devem apresentar as seguintes propriedades geotécnicas:

- Capacidade de suporte, ISC, superior ou igual a 30%;
- Expansão máxima de 1%.

3.3.3.4 Base

Segundo Marques (2006) a camada de base tem como finalidade, resistir aos carregamentos decorrentes do tráfego e a transmiti-los, com menor intensidade, ao subleito ou a camada, que está inferior à base.

Camada situada acima da sub-base, pode ser constituída por materiais granulares, como pedregulhos, cascalhos e produtos de britagem, estabilizados com a adição de cimento ou material asfáltico quando necessário, solos estabilizados mecanicamente mediante mistura com produtos de britagem, ou solos estabilizados quimicamente com adição de cimento ou cal (DER/SP, 2006).

Estes materiais ou misturas de materiais, quando empregados na camada de base do pavimento, devem apresentar as seguintes propriedades geotécnicas:

- Capacidade de suporte, ISC, superior ou igual a 80%;
- Expansão máxima de 1%.

3.3.3.5 Revestimento

A camada de revestimento é a última existente na estrutura do pavimento, que por sua vez receberá, diretamente, a ação do tráfego e está ligada a qualidade do subleito.

A espessura do revestimento dependerá diretamente da resistência do subleito, condicionando-o a ser mais espesso ou não. É de suma importância que esta camada seja de boa qualidade, para que além de resistir aos esforços solicitantes do tráfego, também proporcione um bom rolamento da pista, fornecendo maior conforto ao usuário. De acordo com Rossi (2016), O revestimento é a camada que apresenta o material com o maior custo da estrutura, logo deverá ter sua espessura respeitada, para que não haja a redução da resistência daquele pavimento.

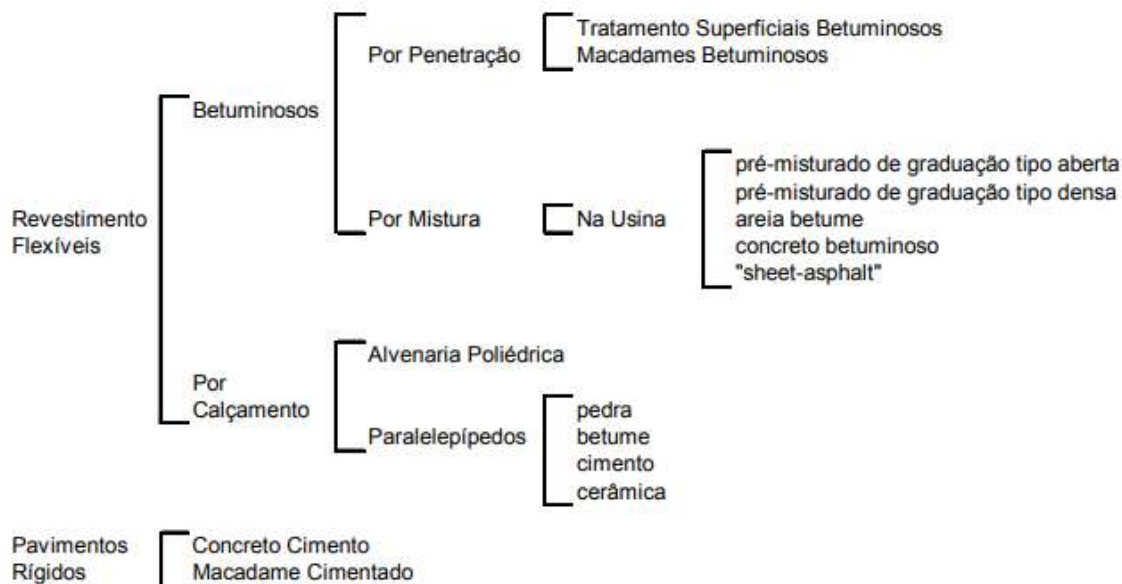
É a camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do tráfego e destinada a melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir ao desgaste, ou seja, aumentando a durabilidade da estrutura (SENÇO, 2007).

A camada de revestimento é uma camada destinada à:

- Resistir às ações do tráfego;
- Impermeabilizar o pavimento;
- Melhorar as condições de rolamento no que se refere ao conforto e a segurança; e
- Transmitir de forma atenuada às cargas do tráfego às camadas inferiores.

Em resumo, o DNIT (2006a) apresenta de forma esquemática (figura 23), como se diferem os revestimentos em detrimento ao tipo de pavimento.

Figura 23 - Classificação dos revestimentos



Fonte: DNIT, (2006a)

Os revestimentos flexíveis betuminosos são formados pelo agrupamento de agregados e materiais betuminosos, sendo esta associação realizada de duas maneiras clássicas, por penetração e por mistura.

Já na utilização dos revestimentos flexíveis por calçamento, atualmente, utilizado, em sua maior parte, em pátios de estacionamento, vias urbanas e alguns acessos viários, devido a ascensão do uso de pavimentos asfálticos e de concretos em rodovias.

Nos revestimentos rígidos, o concreto de cimento é constituído por uma mistura de cimento Portland, areia, agregado graúdo e água, aplicada de forma distribuída em uma camada adensada. Esta camada apresenta-se como revestimento e base do pavimento.

4. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho visa dissertar sobre a projeção de uma estrutura de interseção em nível e pavimentação asfáltica, através de pesquisas bibliográficas, como embasamento teórico, realizadas em normas do DNIT, artigos acadêmicos, dados coletados e materiais elaborados por professores. Diante aos estudos, verifica-se que ambos projetos, interseção e pavimentação, são estruturas que se integram no que se refere a sua aplicabilidade a favor da segurança, conforto e economia, a quem nela trafega.

Em concordância com essa fundamentação, será realizado uma análise dos dados e elaborado o projeto de interseção em nível e pavimentação asfáltica, aqui proposto como resolução aos problemas apresentados, utilizando o software CIVIL 3D.

4.1 DEFINIÇÃO DO LOCAL A SER BENEFICIADO COM O PROJETO PROPOSTO

O projeto de Interseção e pavimentação asfáltica, localiza-se no Parque Industrial de Porto Nacional – TO (figura 24), que tem seu acesso às margens da TO-050. O loteamento de 322,7440ha com mais de 500 lotes em 31 quadras, está estrategicamente posicionado numa região considerada como um polo do agronegócio, na região norte do Brasil. Aspectos como o clima para produção de commodities e logística para escoamento, são fatores favoráveis à atratividade de grandes empreendimentos.

Os seguimentos industriais instalados são compostos por produção de biodiesel e farelo de soja, em grande escala, pré-moldados, cerâmica e em fase final de construção uma indústria de cerveja artesanal, que tem prospecção em ser a maior do Brasil.

Figura 24 - Parque Industrial de Porto Nacional -TO



Fonte: Google Earth (2019)

A área (figura 25) em que será projetada a estrutura de interseção e pavimentação asfáltica, apresenta uma ineficiência de acesso e circulação de veículos, diante a existência de um número de tráfego elevado. A ausência de uma estrutura adequada para tráfego de caminhões com carga elevada, condicionou a projeção de um dispositivo, como uma interseção em nível e a pavimentação asfáltica da via principal da área.

Figura 25 - Vista aérea de acesso ao Parque Industrial de Porto Nacional -TO



Fonte: Autor (2019)

A figura 26, evidencia uma situação de conflito no acesso à rodovia TO-050. Uma das questões mais importantes a serem resolvidas com o projeto de intercessão é a organização das correntes de tráfego que convergem para uma determinada região. A interseção adequada é responsável pela solução desse problema, que se torna um gargalo devido aos altos volumes de tráfego.

Figura 26 - Vista térrea de acesso ao Parque Industrial de Porto Nacional -TO



Fonte: Autor (2019)

4.2 ESTUDO DE TRÁFEGO

O tráfego interno do Parque Industrial, em sua grande maioria, são caminhões de todos os tipos, leves e pesados, que transportam insumos como matéria prima da produção e/ou expedições de produtos fabril dos empreendimentos instalados. Logo, como embasamento teórico na norma do DNIT, no que se refere ao estudo de tráfego, os dados quantitativos do tráfego foram disponibilizados pela empresa, Granol Industria Com. e Exp., que, atualmente, ocupa maior parte territorial entre os empreendimentos, em virtude de ser um PGT.

Tendo como base o planejamento de safra da Granol, no que diz respeito ao tráfego anual de caminhões, com sua capacidade máxima em recebimento de soja, será aplicado um fator adicional a essa totalidade em toneladas, em detrimento aos empreendimentos com pouco tráfego, como projeção do tipo de interseção e dimensionamento do pavimento asfáltico.

Em posse das informações necessárias, dispensa-se a definição do Fator Horário de Pico (FHP), que é baseada em taxas de fluxo de pico que ocorrem dentro da hora de pico.

4.2.1 Classificação da Frota

O Veículo de Projeto, os quais são definidos pelo DNIT, peso dimensões e características de operação, servirão como base para estabelecer controles de projetos de rodovias e suas interseções. Logo, em detrimento aos dados obtidos, se definirá para projeção veículo como Bitrem Longo (BTL), com as especificações na figura 27.

Figura 27 - Principais dimensões básicas dos veículos de projeto (m)

Características	Designação do Veículo								
	Veículo leve (VP)	Cam./Ônibus conv. (CO)	Ônibus urbano longo (O)	Ônibus rodoviário (OR)	Carreta (CA)	Bitrem de 7 eixos (BT7)	Cegonheiro (CG)	Bitrem de 9 eixos (BT9)	Bitrem longo/ Rodotr. (BTL)
Largura total	2,1	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Comprimento total	5,8	9,1	12,2	14,0	18,6	19,8	22,4	25,0	30,0
Raio mín. da roda externa dianteira	7,3	12,8	12,8	13,8	13,7	13,7	13,7	14,8	16,6
Raio de giro do eixo dianteiro (RED)	6,4	11,5	11,5	12,5	12,5	12,5	12,5	13,6	15,4
Raio mín. da roda interna traseira	4,7	8,7	7,1	7,7	6,1	6,8	1,6	4,5	3,9

Fonte: DNIT (2010)

4.2.2 Volume médio diário anual

A análise dos dados obtidos do tráfego dentro do Parque Industrial, de caminhões, será considerada a média de recebimento de matéria prima em 2018 e a projeção da safra 2019 da empresa de biodiesel, como pico volumétrico, em seu período de fluxo intenso de caminhões;

Safra Ano 2018 - Matéria prima soja:

- O tráfego anual de caminhões: 6.571 caminhões
- Tipo de Caminhões (caminhão leve, caminhão médio, caminhão pesado, reboque/semirreboque): Todos. Em maioria caminhões pesados.
- Descarga anual em TON: 212.089 Tons
- Período de maior fluxo de caminhões: março/abril/maio

Estimativa para Safra Ano 2019 - Matéria prima soja:

- Tipo de Caminhões (caminhão leve, caminhão médio, caminhão pesado, reboque/semireboque): Todos. Em maioria caminhões pesados.
- Previsão Descarga anual em TON: 300.000 Tons
- Período de maior fluxo de caminhões: março/abril/maio

Como o ano de projeto é normalmente considerado como o 10º ano, a partir da conclusão da obra, este será o ano de 2029. Para a obtenção do tráfego futuro será realizada progressões geométricas de acordo com a taxa de crescimento de produção ao ano. O VMD anual projetado para 2029 será definido em detrimento dessa porcentagem.

4.3 ENSAIOS PARA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DO SOLO

Os ensaios laboratoriais para caracterização de solo, para posterior dimensionamento do pavimento, da área onde será projetada a estrutura de acesso e pavimento, será a partir da coleta de amostras em alguns pontos da extensão na Avenida Principal, do Parque Industrial, que possui 2,8 Km de comprimento.

Os ensaios visam obter suas características, propriedades físicas, e mecânicas do solo. Estes, serão Massa Específica (NBR 6805), Granulometria (NBR 7181), Limites Liquidez e Plasticidade (NBR 6459 e NBR 7180 respectivamente), Compactação (NBR 7182) e Índice de Suporte Califórnia (norma DNIT 172/2016).

Após a coleta do solo, peneiramento e sedimentação, que tem como objetivo caracterizar sua granulometria, corpos de prova serão montados em diferentes energias de compactação para a realização ensaios de Índice de Suporte Califórnia, CBR.

Diante aos dados tabulados, conforme resultados de ensaios propostos, serão aplicados ao método a ser adotado para dimensionamento das camadas do pavimento.

4.4 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

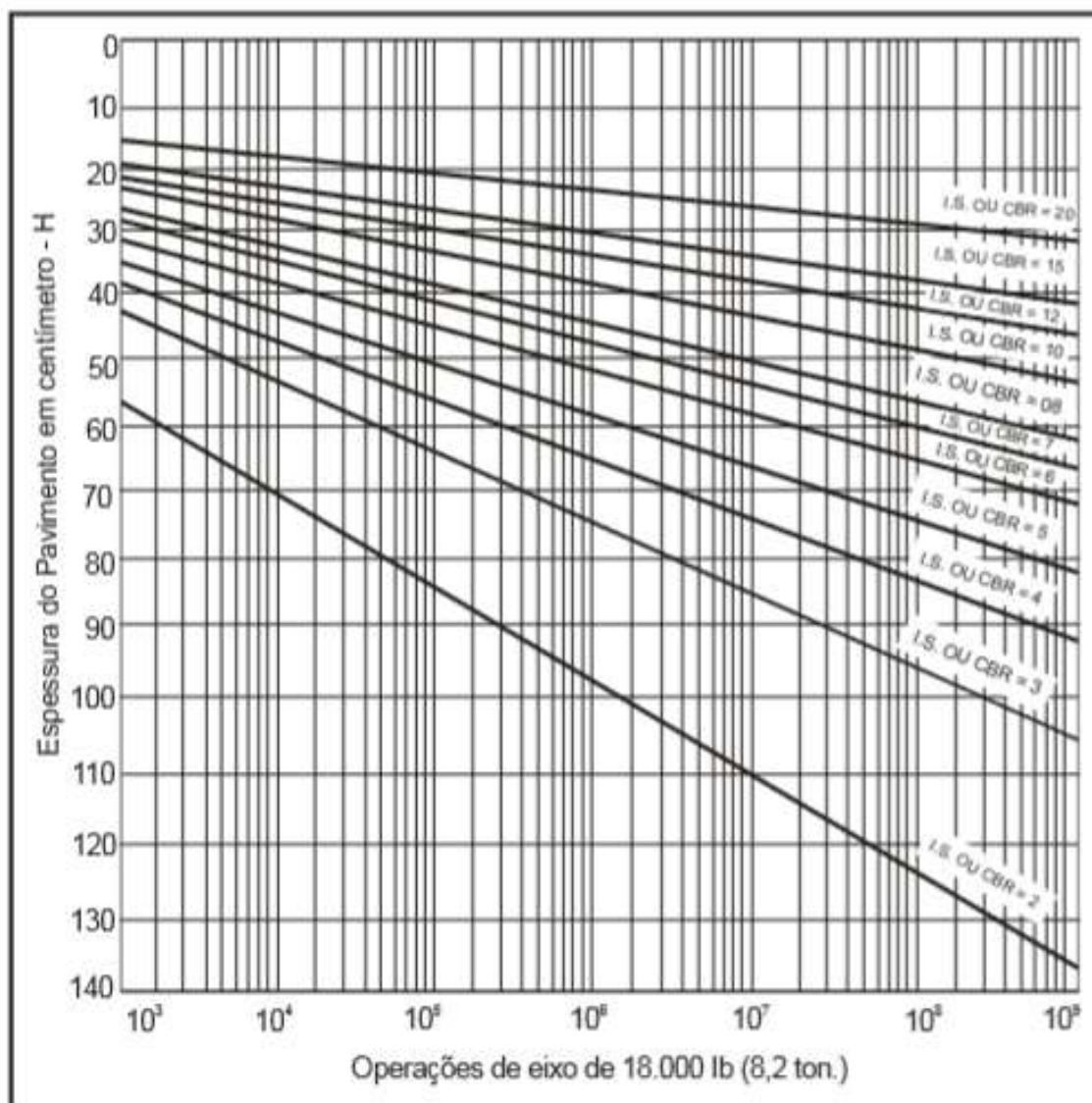
A definição do método empírico de dimensionamento da estrutura do pavimento consiste em levantar, através de revisão bibliográfica, os métodos e procedimentos de dimensionamento que são empregados pelo DNIT.

O tipo de pavimento a ser dimensionado será o tipo flexível, considerado o mais utilizado no Brasil.

O presente método será o do DNIT, elaborado em 1966, sendo uma adaptação dos conceitos do Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE) e da AASHO/AASHTO, tem o objetivo de determinar a espessura do pavimento capaz de proteger o subleito quanto à ruptura por cisalhamento ou por acúmulo de deformações permanentes ou plásticas.

O manual do DNIT, dispõe de um gráfico que define o dimensionamento do pavimento. A figura 28 dá a espessura total do pavimento, em função do número N, que corresponde ao número de repetições de um eixo-padrão de 8,2 tf ou 80 kn passando na estrutura do pavimento, durante o período de projeto, e do C.B.R. (DNIT, 2006a).

Figura 28 - Espessura total do pavimento em função do N e C.B.R.



$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

Fonte: DNIT (2006a)

Em conformidade a metodologia do DNER, serão analisados os itens a seguir:

- capacidade de suporte do subleito;
- classificação dos materiais granulares empregados no pavimento;
- análise do tráfego;
- coeficiente estrutural;
- espessura mínima do revestimento.

Após a análise desses itens, será, efetivamente, definida as dimensões das camadas do pavimento proposto.

5. CRONOGRAMA

Quadro 6 - Cronograma da pesquisa

Período	2019/1				2019/2			
Atividade	MESES				MESES			
	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Concepção do projeto	x							
Revisão bibliográfica		x						
Metodologia		x	x	x				
Defesa do projeto				x				
Contagem volumétrica		x						
Avaliação das características da interseção e pavimentação					x	x		
Discursão dos dados						x		
Projeto de adequação de acesso e pavimento							x	x
Conclusão								x
Defesa do projeto final								x

Fonte: Autor (2019).

6. RESULTADOS ESPERADOS

Com o estudo de tráfego, em conformidade ao DNIT, será proposto um projeto de interseção rodoviária para acesso ao Parque Industrial de Porto Nacional – TO. O acesso será integrado ao projeto de pavimentação da Avenida Principal, que por sua vez será flexível e dimensionado, diante a projeção do recebimento de esforços oriundos do tráfego e a caracterização, propriedades físicas e mecânicas do solo, presentes na extensão do pavimento existente.

O novo projeto de adequação, acesso e pavimento, irá sanar a presente ineficiência de tráfego atrelada a falta segurança, tanto em colisões no acesso como no tombamento de caminhões trafegando em uma avenida com grandes gargalos patológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 9895/87 - Solo - Índice de Suporte California**, 1987.

ALBANO, J. F. **Noções Sobre Interseções**. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/420_14-intersecoes_apresentacao.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2019.

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração**. São Paulo: oficina de textos, 2007.

BERNUCCI, L. B. et al. Pavimentação asfáltica - 1. Introdução. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros**, p. 1–24, 2010.

BIANCHI, F. R. et al. ESTUDO COMPARATIVO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO E FLEXÍVEL. p. 16, 2008.

CAMPOS, P. M. DE S. J. DOS. **Análise de impacto de pólos geradores** São José dos Campos, 2011.

COTER; DNIT. **EXÉRCITO E DNIT APRESENTAM RESULTADOS FINAIS NA CONTAGEM DE TRÁFEGO, APÓS OUVIR MAIS DE 300 MIL CONDUTORES**. Disponível em: <http://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do-exercito/-/asset_publisher/MjaG93KcunQI/content/dnit-e-exercito-apresentam-resultados-finais-na-contagem-de-trafego>. Acesso em: 8 mar. 2019.

COUTO, J. B. Universidade Federal do Rio Grande do Sul ESTUDO DE MISTURAS DE SOLO-AGREGADO EM BASES E SUB-BASES RODOVIÁRIAS DO RIO GRANDE DO SUL : CARACTERIZAÇÃO DE LABORATÓRIO E EXECUÇÃO DE TRECHO EXPERIMENTAL ESTUDO DE MISTURAS DE SOLO-AGREGADO EM BASES E SUB-BASES . 2009.

DENATRAN. **Manual de Procedimentos para o Tratamento de Polos Geradores de Tráfego**. [s.l: s.n.].

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Projeto de pavimentação. p. 53, 2006.

DER/PR. Pavimentação : Macadame Seco. 2005.

DNER. Manual de Pavimentação do. **DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM**, p. 327, 1996.

DNIT. **MANUAL DE PROJETO DE INTERSEÇÕES**. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/..%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5CMANUAL_DE_PROJETO_DE_INTERSECOES_Versao_Final.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2019.

DNIT. Manual de pavimentação. 2006a.

DNIT. **Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio**, 2016.

DNIT, D. N. DE I. DE T. Manual de estudos de tráfego. **Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR**, p. 384, 2006b.

ECIVIL. **PAVIMENTO SEMIRRIGIDO**. Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-pavimento-semi-rigido.html>>. Acesso em: 1 abr. 2019.

MANFIO, V. **POLOS GERADORES DE TRÁFEGO: UMA ANÁLISE DAS LEGISLAÇÕES VIGENTES E A**. 2015.

MARQUES, G. L. DE O. Universidade Federal de Juiz de Fora Faculdade de Engenharia – Departamento de Transportes e Geotecnia TRN 032 - Pavimentação. p. 41–49, 2006.

MATTOS, C. E. DE A. **Plano Nacional de Contagem de Tráfego - PNCT**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/planejamento/contagem-de-trafego>>. Acesso em: 6 mar. 2019.

MILLACK, T. S. **PROJETO GEOMÉTRICO DE UMA INTERSEÇÃO EM DESNÍVEL**SANTA CATARINA, 2014.

NBR. **NBR 6508 - MASSA ESPECÍFICA DOS SÓLIDOS**, 1984a.

NBR. **NBR 7181 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA**, 1984b.

ODA, S. Estudo das camadas do pavimento e subleito. n. parte 8, 2016.

PORTER, M. E. A vantagem competitiva das nações. **14.ed. Rio de Janeiro: Campus**, p. 897, 1989.

ROSSI, A. C. **Etapas de uma obra de pavimentação e dimensionamento de pavimento para uma via na ilha do fundão**. [s.l.: s.n.].

S.A, E. **Brita graduada simples – britagem**. Disponível em: <<http://www.embusa.com.br/produto/brita-graduada-simples-britagem>>. Acesso em: 1 abr. 2019.

SENÇO, W. DE. **Manual de técnicas de pavimentação**. [s.l.: s.n.].

VIEIRA, M. A. ARAUJO; M. J. P. DOS S. H. P. P. Z. Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto) Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto). 2016.