

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GEOVANNA PEREIRA NUNES

SARA SANCHES ABREU

**ESTUDO DE CASO: EXECUÇÃO DA TERRAPLENAGEM NO
BAIRRO JARDIM PROMISSÃO EM ANÁPOLIS - GO**

ANÁPOLIS / GO

2021

GEOVANNA PEREIRA NUNES

SARA SANCHES ABREU

**ESTUDO DE CASO: EXECUÇÃO DA TERRAPLENAGEM NO
BAIRRO JARDIMPROMISSÃO EM ANÁPOLIS - GO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADORA: VANESSA HONORATO DOMINGOS

ANÁPOLIS / GO:2021

FICHA CATALOGRÁFICA

NUNES, GEOVANNA PEREIRA/ ABREU, SARA SANCHES

Estudo de caso: execução da terraplenagem no bairro Jardim Promissão em Anápolis - GO

53P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil,2021).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Pavimentação Asfáltica

3. Rodovias

I. ENC/UNI

2. Terraplenagem

4. Compactação do Solo

II. Bacharel

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NUNES, Geovanna Pereira; ABREU, Sara Sanches. Estudo de caso: execução da terraplenagem no bairro Jardim Promissão em Anápolis - GO. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 53p. 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Geovanna Pereira Nunes

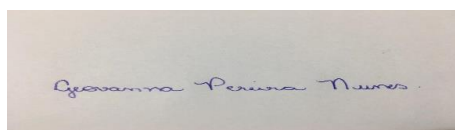
Sara Sanches Abreu

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo de caso: execução da terraplenagem no bairro Jardim Promissão em Anápolis - GO

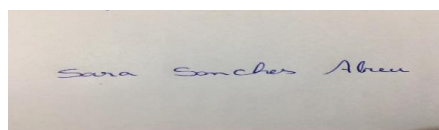
GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2021

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Geovanna Pereira Nunes
E-mail: ge_ovana@icloud.com



Sara Sanches Abreu
E-mail: sarasanches@gmail.com

GEOVANNA PEREIRA NUNES

SARA SANCHES ABREU

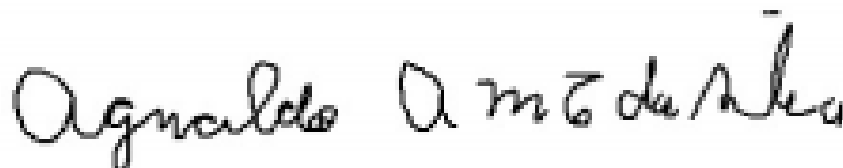
**ESTUDO DE CASO: EXECUÇÃO DA TERRAPLENAGEM
NO BAIRRO JARDIM PROMISSÃO EM ANÁPOLIS - GO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL**

APROVADO POR:



**VANESSA HONORATO DOMINGOS (UnIEVANGÉLICA)
(ORIENTADORA)**



**AGNALDO ANTONIO MOREIRA TEODORO DA SILVA, Mestre
(UnIEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**RHOGÉRIO CORREIA DE SOUZA ARAÚJO, Mestre(UnIEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 11 de maio de 2021.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser tão essencial em minha vida, sem Ele não seria possível chegar onde estou hoje, por ter me dado força nos momentos mais difíceis e coragem para conseguir seguir em frente. À Nossa Senhora onde tenho tanta devoção e que me permitiu alcançar mais uma etapa na minha vida.

Agradeço à minha Mãe, a pessoa que é mais importante na minha vida e que não vai ter oportunidade de ver essa conquista que sonhamos juntas, mulher guerreira, forte e que me faz querer ser uma pessoa melhor a cada dia. Não tenho palavras para agradecer todo o amor e carinho que a Senhora me deu, essa conquista e todas as outras te dedico. Te Amo Mãe.

À minha Vó, essa mulher batalhadora que não mediu esforços para lutar por minha educação, obrigado por me ajudar em todos os momentos que pensei em desistir. Devo isso tudo a Senhora.

Ao meu pai, mesmo estando distante acreditou que eu ia conseguir e me apoiou em todas as minhas escolhas.

Meu irmão, minha prima e toda minha família que me ajudou, acreditou em mim desde o primeiro instante e nunca duvidaram da minha capacidade de chegar até aqui.

Aos meus amigos o meu muito obrigado, sem vocês eu não ia conseguir passar por esse momento tão leve e feliz, em especial meu agradecimento a Karol por compartilhar cada momento comigo todos esses anos da minha vida, você é a minha pessoa.

E por fim a minha dupla, por ter confiado a mim esse momento tão especial em nossas vidas. A minha orientadora e todo o corpo docente do curso de Engenharia Civil da UniEvangélica.

Geovanna Pereira Nunes

AGRADECIMENTOS

Quero começar agradecendo a Deus por ter me dado saúde, por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo dos meus anos de estudo e ter me feito ficar de pé diante de tudo!

A meu papai, que o maior sonho dele era me ver formada, eu nunca desisti disso por você, és tudo na minha vida, obrigada por me dar forças aí de cima e essa conquista é nossa!

A mamãe, que segurou a barra toda e nunca me deixou faltar nada, você é meu maior orgulho, minha maior força, lutamos juntas para isso tudo hoje fosse realizado, essa conquista é nossa!

A toda minha família por sempre segurarem na minha mão e sonharem junto comigo, essa conquista também são de vocês!

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade, por não me deixarem desistir e apoio incondicional, sou fã de vocês.

Gabriela e Laleska vocês são minhas pessoas favoritas, obrigada por tudo mesmo e se hoje cheguei aqui devo muito a vocês!

Millena e Rafaela, que mesmo chegando a pouco tempo sempre me apoiaram, me ouviram e pegaram firme na minha mão, vocês têm parte nesse sonho!

A minha duplinha Geovanna, se não fosse ela não teria conseguido real, obrigada por tudo!

Enfim, a vocês que sempre estiverem comigo nessa sabe, e eu sou muito grata a vocês de coração! Essa conquista é de todos nós.

Sara Sanches Abreu

RESUMO

A pavimentação de estrada é de extrema relevância para o contexto em que a logística, o transporte e a relação de custo e benefício dos brasileiros estão inseridos, proporciona melhor conforto para os deslocamentos dos veículos e garante segurança. A estrutura do pavimento é construída sobre a superfície do terreno onde foi feito serviços de terraplenagem, que apresenta um elevado grau de complexidade no que se refere ao cálculo das tensões e deformações. São formadas por camadas de: subleito, reforço do subleito, sub-base e base. Neste trabalho acompanhamos a execução da terraplenagem na Avenida Brasil, no bairro Jardim Promissão em Anápolis – GO onde o processo, os materiais e equipamentos de terraplenagem utilizados seguiram as normas do DNIT.

PALAVRAS-CHAVE:

Pavimentação. Terraplenagem. Processo. Execução. Equipamentos.

ABSTRACT

The paving of the road is extremely relevant to the context in which the logistics, transport and the cost and benefit ratio of Brazilians are inserted, provides better comfort for the displacement of vehicles and ensures safety. The pavement structure is built on the surface of the land where earthworks were carried out, which presents a high degree of complexity in terms of the calculation of stresses and deformations. They are formed by layers of: subgrade, reinforcement of the subgrade, sub-base and base. In this work we follow the execution of the earthworks on Avenida Brasil, in the Jardim Promissão neighborhood in Anápolis - GO where the process, the earthmoving and used earthmoving equipment used followed the DNIT rules.

KEYWORDS:

Paving. Earthwork. Process. Execution. Equipment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do pavimento rígido.....	16
Figura 2 – Estrutura do pavimento flexível.....	17
Figura 3 – Classificação da base e sub-base do pavimento flexível e semirígido.....	18
Figura 4 – Estrutura do pavimento semirígido.....	19
Figura 5 – Trator de esteira com lâminas.....	20
Figura 6 – Pá Carregadeira de Pneus.....	20
Figura 7 – Trator com grade.....	21
Figura 8 – Scraper.....	22
Figura 9 – Escavadeira shovel ou caçamba frontal.....	23
Figura 10 – Retroescavadeira.....	24
Figura 11 – Motoniveladora.....	25
Figura 12 – Caminhão Basculante.....	26
Figura 13 – Caminhão carroceria com guincho munck.....	26
Figura 14 – Caminhão pipa.....	27
Figura 15 – Rolo compactador pé de carneiro.....	28
Figura 16 – Rolo compactador liso.....	28
Figura 17 – Rolo compactador pneumático.....	29
Figura 18 – Umidímetro – speedy.....	31
Figura 19 – Frasco de areia.....	33
Figura 20 – Mapa da cidade de Anápolis - GO.....	35
Figura 21 – Mapa do bairro Jardim Promissão.....	36
Figura 22 – Início da obra.....	37
Figura 23 – Finalização da obra.....	37
Figura 24 – Avenida Brasil pavimentada.....	38
Figura 25 – Rua Ceará no bairro Jardim Promissão.....	38
Figura 26 – Mapa localizando a Avenida Brasil.....	39
Figura 27 - Bota Fora – Aterro Municipal de Anápolis.....	40
Figura 28 – Solo Saibro.....	40
Figura 29 – Aterro.....	41
Figura 30 – Projeto Geométrico – Perfil Longitudinal.....	43
Figura 31 – Seções transversais 1.....	44
Figura 32 : Seções transversais 2.....	44

Figura 33 – Traçado Horizontal.....	45
Figura 34 – Execução do aterro.....	46
Figura 35 – Espalhamento com grades de disco	47
Figura 36 – Compactação do solo	47
Figura 37 – Mistura Solo + Cimento.....	48
Figura 38 – Espalhamento da mistura com a grade de disco.....	49
Figura 39 – Compactação da capa asfáltica.....	49
Figura 40– Capa asfáltica	50

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABNT –	Associação Brasileira de Normas Técnica
BGTC –	Brita Graduada Tratada com Cimento
DER-PR –	Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná
DNIT –	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRACON –	Instituto Brasileiro do Concreto
NBR –	Norma Brasileira
UFPR –	Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo geral.....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 METODOLOGIA.....	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 TIPOS DE PAVIMENTOS	15
2.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA TERRAPLENAGEM.....	19
2.2.1 Escavo empurradoras.....	19
2.2.2 Escavo transportadoras	21
2.2.3 Escavadeiras.....	22
2.2.4 Aplainadoras	24
2.2.5 Transporte.....	25
2.2.6 Rolo compactador	27
2.3 PROCESSO DE COMPACTAÇÃO EM CAMPO.....	29
2.3.1 Método <i>speedy test</i>	30
2.3.2 Frasco de areia	32
3 ESTUDO DE CASO	35
3.1 PROCESSO DA TERRAPLENAGEM	39
4 RESULTADOS	43
4.1 PROJETOS	43
4.1.1 Escavação	45
4.1.2 Aterro.....	45
4.1.3 Regularização do Subleito	46
4.1.4 Base e revestimento	48
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

As vias pavimentadas proporcionaram melhor conforto nos deslocamentos dos veículos e garantia de mais segurança, dessa forma, é importante ter uma boa manutenção nas estradas, prevenindo acidentes e dando maior estabilidade para os meios de transporte que fazem uso delas.

O modal rodoviário, hoje, no País, é o mais utilizado e também o de mais fácil acesso para as pessoas, tanto a passeio quanto em logística, se destacando por atingir um maior número de circulação e ter um retorno rápido de investimento público. Mesmo sendo o mais usado, as rodovias brasileiras necessitam de melhorias, ainda que existam leis federais que visem à conservação das estradas e à segurança dos motoristas.

Na história da pavimentação verifica-se uma evolução lenta. O primeiro pavimento veio do Egito, e foram construídas vias com lajões justapostos em base com boa capacidade de suporte, seu uso visava facilitar as entregas de materiais para a construção das pirâmides no ano de 2.600 – 2.400 a.C. Já a Roma foi o primeiro país a fazer melhorias nas estradas e criando o que hoje se conhece, de fato, como pavimentação; a técnica romana foi usada até o século XVIII.

Em 1.770, o engenheiro *Pier-Maria Jerolame Trésaguet* criou novos critérios na França, onde utilizava fundações de 30 cm de pedras cravadas com o objetivo de uniformizar o apoio, e a camada superior de 8 a 10 cm de pedras trituradas e dispostas a mão, após realizava uma compactação para resultar em redução dos vazios. Entre 1.825 e 1.895 foram desenvolvidos estudos acerca de variados campos, como: a teoria da elasticidade, a resistência dos materiais, geodesia e a geometria, o que fez contribuir para o avanço das novas técnicas das estruturas de pavimento. O concreto *portland* foi utilizado na pavimentação em Grenoble, na França, e na cidade de Ohio, no Estados Unidos, em 1.876. O primeiro revestimento betuminoso foi usado em New Jersey, em 1870, pelo químico *Desmedt*.

No Brasil, a estrada União e Indústria foi a primeira rodovia pavimentada, sendo inaugurada em 23 de junho de 1.891 por Dom Pedro II. Nessa estrada de 144 km de extensão foi utilizado o método macadame, que é um piso composto com pequenas pedras comprimidas de forma que se encaixarem umas nas outras. A primeira Lei a conceder auxílio para a construção de estradas foi aprovada em 1.905, mas só a partir de 1.920 um órgão público, a Inspeção Federal de Obras, passou a cuidar da implantação de rodovias.

Segundo Santana (1993) o pavimento é uma estrutura construída sobre a superfície obtida pelos serviços de terraplanagem com a função principal de fornecer ao usuário segurança

e conforto, que devem ser conseguidos sob o ponto de vista da engenharia, isto é, com a máxima qualidade e o mínimo custo. Esta estrutura assim constituída apresenta um elevado grau de complexidade no que se refere ao cálculo das tensões e deformações. É constituído por camadas: subleito, reforço do subleito, sub-base, base e são classificados em pavimentos rígidos, flexíveis ou semirrígidos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Em vista da importância do modal rodoviário para o país e de todos os componentes que o envolvem, a pavimentação das estradas é algo de extrema relevância para o contexto em que a logística, o transporte e a relação custo-benefício dos brasileiros está inserido.

Além disso, é vital que os processos relacionados ao pavimento das vias sigam à risca as Normas e especificações para realização, por se tratar de um campo da Engenharia Civil que afeta diretamente a qualidade de vida de inúmeras pessoas simultaneamente.

Ao se levar em conta as questões supracitadas, é possível executar uma pavimentação com excelentes condições em todos os seus aspectos, do estrutural ao estético, estabelecendo que o conforto e a mobilidade de todos nas rodovias sejam algo comum e sempre presente. Para este êxito é preciso a garantia de todas as etapas para que as superfícies das estradas estejam em acordo com os preceitos definidos pelos órgãos competentes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Acompanhar e analisar todas as etapas necessárias para a execução da terraplanagem incluindo os processos de preparação e estabilização do solo, materiais utilizados e procedimentos na Avenida Brasil no bairro Jardim Promissão em Anápolis – GO.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar os tipos de material para pavimentação asfáltica levando em consideração resistência, durabilidade e segurança;

- Caracterizar os tipos de pavimentação asfáltica contextualizando os processos, materiais e equipamentos utilizados;
- Acompanhar o desenvolvimento de uma obra de terraplanagem e pavimentação asfáltica.

1.3 METODOLOGIA

A pesquisa traz como abordagem pesquisas em artigos, livros, normas, manuais e o acompanhamento da obra de terraplanagem e pavimentação em Anápolis – GO, na Avenida Brasil no bairro Jardim Promissão.

Nessa obra emprega o processo de terraplanagem seguindo as normas do DNIT, esse processo possui passos fundamentais para evitar problemas futuros como, erosão e deslizamento de terra. Os passos são divididos em serviços preliminares (limpeza no local da obra, desmatamento), escavações (cortes), aterro, regularização do subleito e compactação dos solos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução, justificativa, objeto geral e específicos, metodologia e estrutura do trabalho. A introdução aborda como o pavimento influencia na sociedade, na economia e na qualidade de vida, disserta a história do pavimento no mundo e no País e o conceito do pavimento.

O segundo capítulo trata da revisão bibliográfica, é descrito os tipos de pavimentos, equipamentos usados na terraplanagem e o processo de compactação onde apresenta de forma detalhada os testes feitos em campo de acordo com a NBR.

O terceiro capítulo traz o estudo de caso que é a execução da terraplanagem na obra do Jardim Promissão em Anápolis- GO, na primeira parte conta sobre a história da cidade e do bairro e apresenta algumas informações. Na outra parte descreve sobre o processo de terraplanagem realizado pela Construtora Caiapó.

No quarto apresenta os projetos, dados, informações e fotos da obra. E no quinto capítulo encerra com as considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TIPOS DE PAVIMENTOS

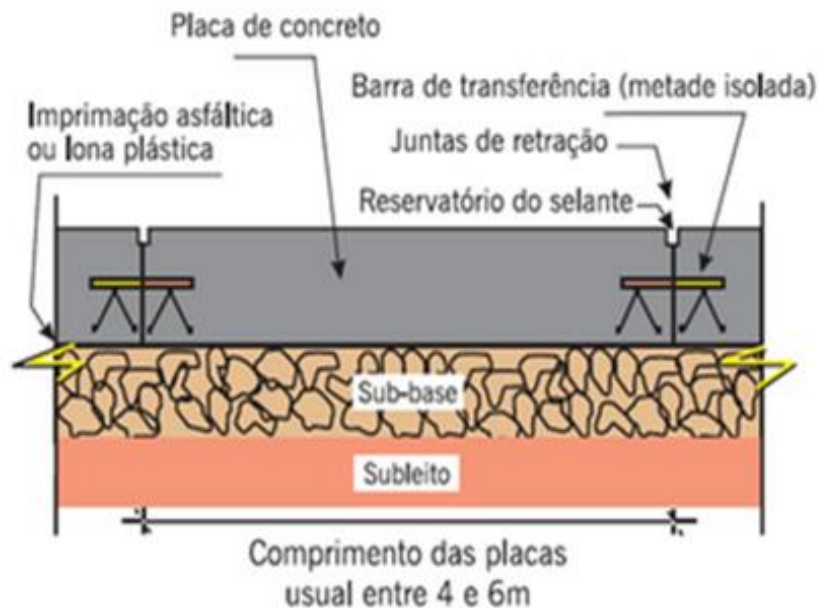
Balbo (2007) defende que “cada camada do pavimento possui uma ou mais funções específicas, que devem proporcionar aos veículos as condições adequadas de suporte e rolamento em qualquer condição climática”. Então, a estrutura do pavimento tem por função receber e transmitir os esforços entre suas camadas, aliviando as pressões entre as camadas inferiores que, geralmente, são menos resistentes. Os tipos de pavimento são rígido, flexível e semirrígido.

De acordo com o DNIT (2006) o pavimento rígido apresenta uma camada de rigidez superior as outras, concentrando praticamente todas as tensões e deformações da placa, sendo realizado com material ligante (cimento) que reage com a água. A placa de cimento portland é o seu mais importante componente estrutural.

O concreto é composto por uma mistura de cimento Portland, agregado miúdo, agregado graúdo e água, distribuído em uma camada corretamente compactada. O pavimento de concreto é dividido por camadas, sendo elas: o revestimento de concreto, a sub-base e o subleito, conforme pode ser visto na Figura 1.

O pavimento rígido tem uma maior durabilidade e resiste às ações do tempo. Com relação as manutenções possui um percentual muito baixo, mas mesmo assim são feitas nos primeiros anos alguns reparos seletivos, causados por conta do processo construtivo. Segundo Andrade (2014), que é um professor de engenharia civil na UFPR (Universidade Federal do Paraná), quanto melhor a prevenção menor o custo de longo prazo dese tipo de pavimento em relação ao asfalto.

Figura 1 – Estrutura do pavimento rígido



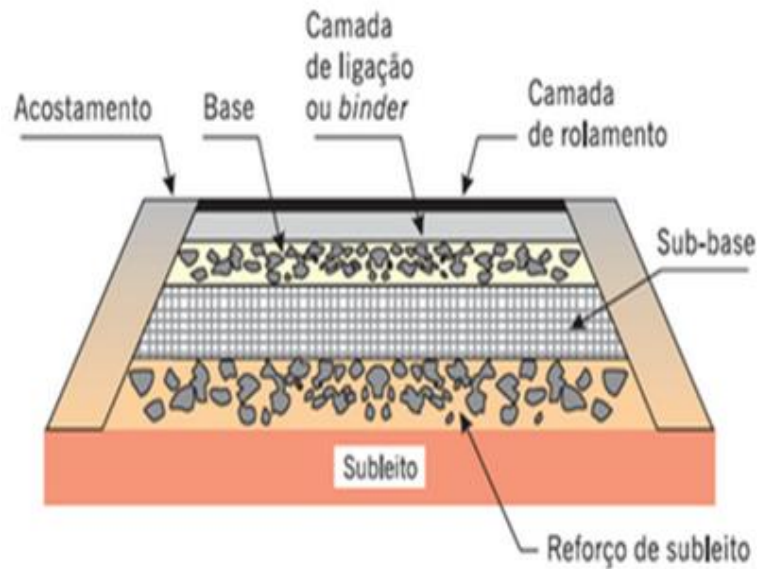
Fonte: IBRACON, 2008

O pavimento flexível são estruturas de várias camadas, seus esforços são divididos em parcelas equivalentes entre as camadas, que sofrem deformação elástica sob seu carregamento. (DNIT, 2006)

Esse pavimento é composto por agregados que correspondem entre 90% e 95% do revestimento, sendo capaz de suportar e transmitir as cargas aplicadas e resistir ao desgaste sofrido. O material betuminoso, que é o asfalto, representa de 5% a 10% da mistura tendo a função de impermeabilizante (BERNUCCI, 2010).

As camadas existente no pavimento asfáltico são divididas em: reforço do subleito, sub-base, base e o revestimento asfáltico, conforme Figura 2. A camada mais importante é a base que tem a função de receber todas as tensões e dividir os esforços antes de passar para a sub-base e o reforço do subleito.

Figura 2 – Estrutura do pavimento flexível.



Fonte: IBRACON, 2008

O subleito é a camada de fundação do pavimento, feita de material natural consistente, ou por um material transportado e compactado (BALBO, 2007).

As camadas de base e sub-base servem para aliviar as pressões sobre as camadas inferiores do pavimento, além de atuar na drenagem subsuperficial do mesmo. Geralmente, quando a camada de base exigida para desempenhar essas funções no pavimento é espessa, procurado por motivos econômicos dividir em duas camadas, assim cria-se uma sub-base (BALBO,2007). A classificação das bases e sub-bases flexíveis e semi-rígidas como mostra a Figura 3 estão divididas em granulares que é a estabilização granulométrica como as britas, areias e cascalhos e também em estabilizados com aditivos que é com cimento, cal e betume.

Figura 3 – Classificação da base e sub-base do pavimento flexível e semirígido

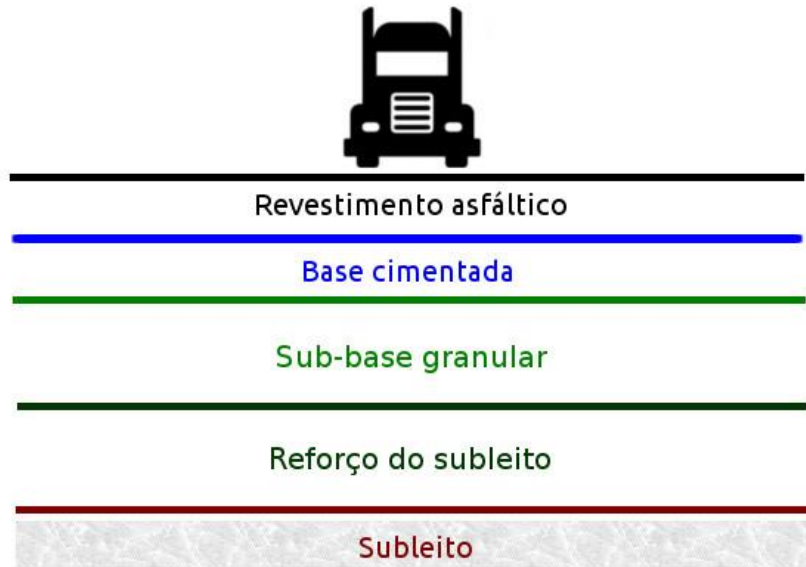


Fonte: DNIT, 2006

O pavimento semirígido, também é conhecido como pavimento composto, sendo similar tanto com o rígido quanto com o flexível. No revestimento encontra-se a parte flexível na base a parte rígida, por esse motivo a base de concreto consegue suportar uma carga mais pesada.

Conforme a DER – PR (2008) as camadas são formadas por revestimento, base cimentada, sub-base granular, reforço do subleito e o subleito, como pode ser visto na Figura 4. Esse pavimento é diferenciado dos outros posto que caracterizam pela presença de uma base cimentada quimicamente e da junção de materiais ligantes hidráulicos, onde os mais utilizados são: *sand-creet*, solo tratado com cimento, solo cimento, solo-cimento-cal e a brita graduada tratada com cimento (BGTC).

Figura 4 – Estrutura do pavimento semirígido



Fonte: DER-PR, 2008

2.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA TERRAPLENAGEM

Conforme a orientação da DNIT (2006) os processos da pavimentação requer uso de máquinas e equipamentos pesados, dependendo de cada processo utiliza um equipamento específico.

2.2.1 Escavo empurradoras

Ricardo e Catalani (2007) afirmaram que é a máquina básica da terraplenagem, pois são tratores devidamente modificados ou adaptados para realizar as operações básicas da terraplenagem. O trator executa a tração ou empurra outras máquinas e pode receber também diversas tarefas diferentes, sendo conhecido como trator de esteiras ou trator de rodas .

O trator com uma lâmina frontal, conforme mostrado na Figura 5 , é capaz de escavar e empurrar a terra, são usadas em trabalhos para desmatamento e limpeza da superfície, sendo conhecido também por *bulldozers*.

Figura 5 – Trator de esteira com lâminas



Fonte: CAT, 2017

A Pá carregadeira, mostrada na Figura 6, é ótima para trabalho em pequenas e grandes áreas sendo utilizadas em diversas aplicações, como carregar e empurrar materiais, como areia, brita, terra e entulhos, e também suavizar, aplainar e nivelar o terreno.

Figura 6 – Pá Carregadeira de Pneus



Fonte: DEERE, 2018

O trator com grade, mostrado na Figura 7, bastante usado no trabalho agrícola, é

aplicado para o tratamento do solo executando a desagregação das camadas superficiais para depois fazer o expurgo.

Figura 7 – Trator com grade



Fonte: Schunck, 2018

2.2.2 Escavo transportadoras

O *scraper*, mostrado na Figura 8, são as que escavam, carregam, transportam materiais de consistência média a distâncias médias e responsável para fazer nivelamento do terreno e remoção do material, a traseira da máquina tem uma lâmina na parte de baixo para realizar a raspagem do solo, esse solo vai para dentro da caçamba ao invés de ser espalhada e é isso que dá a diferença entre os outros equipamentos de nivelamento.

Figura 8 – Scraper



Fonte: DEERE, 2018

2.2.3 Escavadeiras

As escavadeiras podem ser empregadas em diversos trabalhos, dependendo do tipo de lança utilizado, mecanismo que pode ser colocado ou retirado da escavadeira e destinado a efetuar certos tipos de escavação.

As *shovel* ou caçamba frontal, mostrada na **Figura 9**, são úteis para remover terras, entulhos, objetos e retirar aterros, eficiente para levantar uma grande quantidade de material, otimiza o tempo de serviços dos operários e é bastante utilizada em taludes.

Figura 9 – Escavadeira shovel ou caçamba frontal



Fonte: HITACHI, 2016

Ricardo e Catalani (2007) afirmaram que a retroescavadeira, demonstrada na **Figura 10**, permite a escavação abaixo do nível que a máquina se encontra, proporcionando a abertura de valas ou em corte de altura elevada do que resulta grande versatilidade desse equipamento.

Figura 10 – Retroescavadeira



Fonte: JCB, 2016

2.2.4 Aplainadoras

Especialmente indicadas ao acabamento da terraplenagem, as principais características são que estes equipamentos apresentam grande mobilidade da lâmina de corte precisão de movimentos, o que possibilita seu posicionamento nas situações diversas (RICARDO; CATALANI, 2007).

A motoniveladora, demonstrada na **Figura 11**, é uma máquina adotada para fazer o nivelamento dos terrenos irregulares e desagregados de terrenos mais sólidos, a sua competência está relacionada a otimização do tempo e produção.

Figura 11 – Motoniveladora



Fonte: CAT, 2020

2.2.5 Transporte

O Caminhão Basculante, conforme **Figura 12**, conhecido popularmente de caminhão caçamba, é responsável pelo transporte dos resíduos em obra de terraplenagem, usado ainda para carregar materiais da área de empréstimo para a obra. Em complemento utiliza-se a pá carregadeira conduzir o material e despeja-lo na caçamba do caminhão basculante.

Figura 12 – Caminhão Basculante



Fonte: LAFATETE, 2019

O caminhão carroceria com guincho *munk*, mostrado na **Figura 13**, tem um braço hidráulico de içamento com isso ele tem a capacidade de transportar, descarregar e remover máquinas e materiais pesados com locomoções em grandes distâncias.

Figura 13 – Caminhão carroceria com guincho munk



Fonte: ACERVO MUNK/SA, 2019

O caminhão pipa, demonstrado na Figura 14, tem diversas finalidades como irrigação, controle de poeira, limpeza do pavimento asfáltico, terraplenagem, abastecimento e várias outras.

Figura 14 – Caminhão pipa



Fonte: LAFATE, 2019

2.2.6 Rolo compactador

Os rolos compactadores são extensamente usados na pavimentação, com a principal função de compactar o solo. Existe diversos tipo desse equipamento e cada um tem sua finalidade. Para cada tipo de solo há um modelo específico, os principais modelos são: pé de carneiro, liso e pneus.

O Rolo compactador pé de carneiro, demonstrado na **Figura 15**, é um dos mais antigos equipamentos usados na compactação porque a sua concepção é mais simples e obtém-se uma boa compactação em grande parte dos solos, os rolos são aplicados com sucesso nos solos coesivos. A energia de compactação é obtida pela pressão de contato de uma fileira de patas, essas pressões atingem de 10 a 30 kg/cm² (RICARDO; CATALANI, 2007).

Figura 15 – Rolo compactador pé de carneiro



Fonte: LEXICAR, 2014

Os rolos lisos vibratórios, mostrado na **Figura 16**, por outro lado, aplicam-se à compactação de solos não coesivos. As vibrações, provocadas pelo acionamento de uma massa excêntrica em relação ao eixo do tambor, proporcionam o adensamento rápido e uniforme de solos arenosos, pela aproximação de suas partículas. Melhores resultados são obtidos quando as vibrações produzidas entram em ressonância com o solo, o que pode ser obtido pela regulagem da frequência aplicada (COSTA, 2015).

Figura 16– Rolo compactador liso



Fonte: ARMAC, 2020

Os rolos de pneumáticos são compostos por uma plataforma equipada com dois eixos, cada um deles possuindo 3 ou mais pneumáticos. A pressão de inflação dos pneumáticos é que governa o adensamento do material submetido à ação deste equipamento. Os melhores rolos possuem sistema de calibração independente, que permite ao operador impor pressões variáveis de 70 a 150 lb/pol². Este equipamento compactador, mostrado na **Figura 17**, é dos mais versáteis, sendo aplicável a uma ampla gama de solos, desde os finos e coesivos até os de granulação grosseira e pouco plásticos. Aplicam-se igualmente a serviços de pavimentação (COSTA, 2015).

Figura 17 – Rolo compactador pneumático



Fonte: CAT, 2020

2.3 PROCESSO DE COMPACTAÇÃO EM CAMPO

A compactação pode ser definida como um processo mecânico que visa através de uma aplicação de forma rápida e repetitiva de cargas ao solo, obtendo dessa forma uma diminuição em seu volume e por conseguinte a uma diminuição no índice de vazios e a um aumento no peso aparente seco (Santos, 2008). Os fatores que influenciam a compactação no campo são: o teor de umidade, a espessura da camada compactada, o número de passadas do cilindro, sua velocidade durante a compactação e as características do próprio equipamento, como pressão, área de contato e vibração.

Santos (2008) afirma que quando se fala em volume de vazio, se refere ao volume ocupado no solo pela água e pelo ar, enquanto no restante do volume do solo é ocupado por grãos de partículas sólidas, quando o volume de vazios diminui há um aumento no grau de saturação devido à expulsão do ar, e com essa redução dos vazios as partículas tendem a ficarem mais próximas aumentando suas áreas de contatos o que leva a um aumento da resistência e aumento da estabilidade de forma a diminuir consideravelmente a sua deformação. Com a aproximação das partículas o solo fica em um estado mais denso onde dificulta a passagem de água aumentando dessa forma a impermeabilidade.

Ralph Proctor (1933) “ A densidade que um solo atinge quando compactado, sob uma determinada energia de compactação, depende da umidade do solo no momento da compactação”.

O peso específico de um solo ainda depende da energia de compactação, ou seja, do número de passadas com o equipamento de compactação e do teor de umidade do solo, durante todo o processo (CAPUTO, 2010).

Conforme o DNIT (2006) é comum considerar-se, apenas, que para um dado equipamento, a energia ou esforço de compactação é diretamente proporcional ao número de passadas e inversamente proporcional à espessura da camada compactada. Para variar o esforço de compactação no campo no número de passadas, devendo lembrar-se naturalmente que γ_s (massa específica aparente seca) cresce linearmente com o logaritmo do número de passadas, na espessura da camada compactada, por ter afirmado que o esforço necessário para se obter um determinado γ_s (massa específica aparente seca) varia na razão direta do quadrado desta espessura e, assim por exemplo para uma espessura de 20 cm o número de passadas é quatro vezes o necessário para uma espessura de 10 cm [$n = (20/10)^2$].

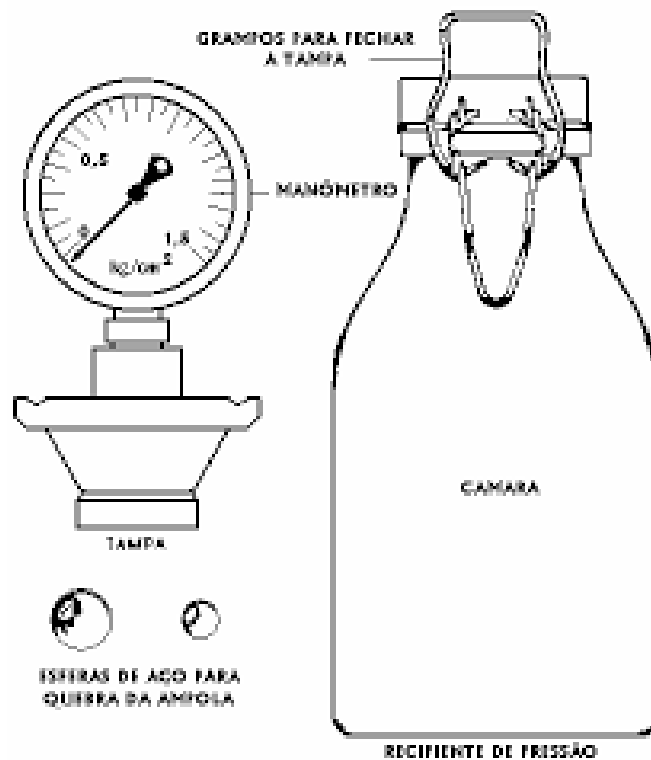
2.3.1 Método *speedy test*

O método tipo *Speedy*, praticado em campo, é um procedimento padronizado pela NBR 16097 (ABNT, 2016) Solo – Determinação do teor de umidade – Métodos expeditos de ensaio, fixa o procedimento para a determinação do teor de umidade de solos pelo emprego do aparelho *Speedy*. O método é aplicável somente para solos que não contenham pedregulho, ou agregado, e é apropriado somente para o controle de compactação de solos, solo-cimento e misturas estabilizadas, de granulometria fina.

O *Speedy*, ilustrado na **Figura 18**, é um aparelho patenteado a nível mundial e que se destina à determinação rápida do teor de umidade e já está incorporado à tecnologia brasileira.

O princípio de funcionamento do método é a reação da água com o carbureto de cálcio (CaC_2) que, colocado em uma amostra, em ambiente fechado, reage com a água existente na amostra produzindo gás acetileno. Como a amostra se encontra num recipiente hermeticamente fechado, a formação de gás acetileno provocará aumento na pressão interna do recipiente. A pressão é lida em um manômetro e é diretamente proporcional ao conteúdo de água na amostra de solo (DNER-ME 052, 2017).

Figura 18 – Umidímetro – speedy



Fonte: DNER, 2017

Procedimento, seguindo a norma da NBR 16097 (ABNT, 2016):

1 – Colocar no aparelho a amostra de 6g (de acordo com a umidade avaliada), a massa da amostra pode ser 3g ou 12g.

2 – Colocar uma ampola de carbonato de cálcio e duas esferas de aço, tomando cuidado para não quebrar a ampola antes do fechamento da tampa.

3 – Fechar o aparelho e agitá-lo violentamente para cima e para baixo por dez segundos (visando quebrar a ampola). Pôr o aparelho em posição horizontal e fazer movimentos rotativos para facilitar a mistura amostra-carbureto por aproximadamente 1 minuto.

4 – A leitura em porcentagem de água deverá ser feita diretamente no manômetro, após

o período de agitação, posicionar o aparelho verticalmente com o manômetro frontal a face. Abrir vagarosamente o aparelho para descarregar o gás e em seguida abri-lo completamente e limpá-lo a seco.

5 – Se o relógio atingir, no início, o valor máximo da escala, abrir logo o aparelho e repetir o ensaio com metade da quantidade de amostra.

6 – Se o relógio indicar menos do que 2%, repetir o ensaio com o material em dobro

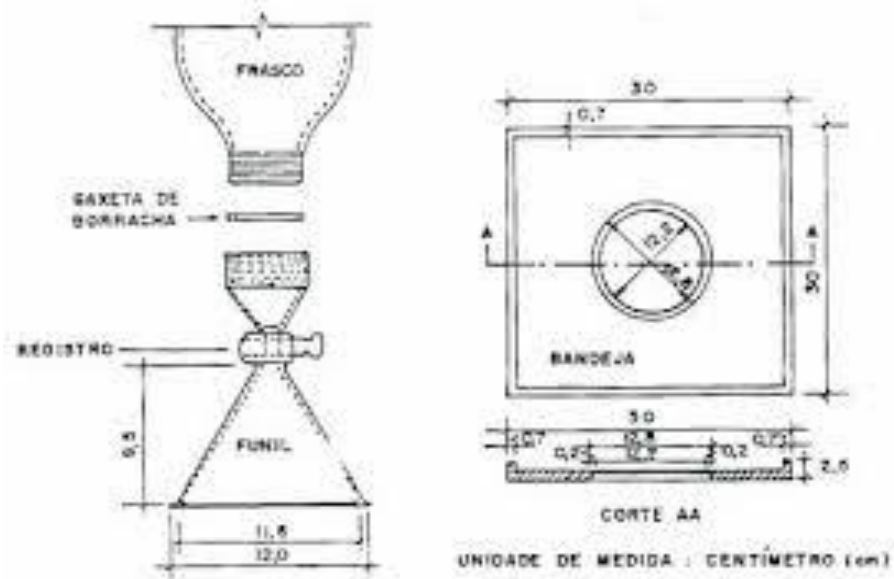
7 – Para determinar a umidade de solos argilosos ou mesmo de outros solos cujo o resultado no aparelho não esteja exato, é aconselhável fazer inicialmente uma aferição em laboratório, comparando o resultado obtido em diversas amostras ensaiadas em estufa, com os resultados obtidos com o aparelho. De posse desses resultados, pode ser elaborada uma curva ou uma tabela de correção do valor indicado no manômetro do speedy, o que melhora a exatidão do equipamento.

2.3.2 Frasco de areia

O ensaio do frasco, ilustrado na **Figura 19**, de areia tem como objetivo determinar a densidade do solo em campo de forma prática e rápida, ele pode servir também como método de verificação da conformidade entre projeto e execução.

Segundo a NBR 7185 (ABNT, 2016) o método aplica-se a solos com qualquer tipo de granulação, contendo ou não pedregulhos, que possam ser escavados com ferramentas manuais, e cujos vazios naturais sejam suficientemente pequenos para que a areia usada no ensaio neles não penetre. O material em estudo deve ser suficientemente coeso e firme para que as paredes da cavidade a ser aberta permaneçam estáveis e as operações realizadas não provoquem deformações na cavidade.

Figura 19 – Frasco de areia



Fonte: DNER, 2017

Procedimento seguindo a norma do DNER-ME 092/94 – Determinação da massa específica aparente do solo, “*in situ*”, com emprego do frasco de areia.

1 Limpa-se a superfície do solo onde será feita a determinação, tornando-a, tanto quanto possível plana e horizontal;

2 Coloca-se a bandeja nessa superfície e faz-se uma cavidade cilíndrica no solo, limitada pelo orifício central da bandeja e com profundidade de cerca de 15 cm;

3 Recolhe-se na bandeja o solo extraído da cavidade, pesando-o (Ph);

4 Tomam-se imediatamente, cerca de 100g deste solo e determina-se a umidade (h) pelo processo da estufa, do “*speedy*” ou do álcool;

5 Pesa-se o conjunto frasco+funil, estando o frasco cheio de areia (P7);

6 Instala-se o conjunto frasco+funil, de modo que o funil fique apoiado no rebaixado orifício da bandeja. Abre-se o registro do frasco, deixando a areia escoar livremente até cessar o seu movimento no interior do frasco. Fecha-se o registro,retira-se o conjunto frasco+funil, pesando o conjunto com a areia que nele restar (P8).

7 – Cálculos:

7.1 Peso da areia deslocada (P9) – determina-se pela diferença:

$$P9 = P7 - P8$$

7.2 Peso da areia que enche a cavidade no solo (P10)

$$P10 = P9 - P3$$

7.3 Massa específica aparente do solo úmido “*in situ*” (μ_h) obtém-se pela fórmula:

$$\mu_h = \mu_a \cdot \frac{P_h}{P10}$$

7.4 Massa específica aparente do solo seco, “*in situ*” (μ_s) obtém-se pela fórmula:

$$\mu_s = \mu_h \cdot \frac{100}{100 + h}$$

7.5 Grau de compactação:

$$GC = \frac{\mu_s}{\mu_{sl}} \cdot 100$$

μ_s – massa específica aparente do solo seco, “*in situ*”

μ_{sl} – massa específica aparente do solo seco, obtida em laboratório, de acordo com o método exigido para a obra.

3 ESTUDO DE CASO

Anápolis não foi uma cidade planejada e por muito tempo os investimentos na área de infraestrutura não acompanharam o seu crescimento. Segundo o IBGE em 25 de abril de 1870 surgiu o primeiro documento oficial sobre Anápolis. A princípio um grupo de moradores faz a doação de parte de suas terras para a formação do que se nomeou de Patrimônio de Nossa Senhora de Santana, onde em 31 de julho de 1907, pela Lei Estadual nº 320, foi elevado à condição da cidade com a denominação de Anápolis. Na imagem **Figura 20** é mostrado o mapa da cidade de Anápolis. No último censo feito pelo IBGE, a população da cidade era de 334.613 habitantes com a sua densidade demográfica de 358,58 hab/km².

Como apresentado no IBGE (2020), a cidade Anápolis conta com 79,3 % de domicílios urbanos com vias públicas arborizadas e 30,4% de domicílios urbanos cujas vias públicas apresentam urbanização adequada, ou seja, presença de bueiro, calçadas e pavimentação. A cidade é composta por 275 bairros, distritos e localidades. Está localizada no centro de uma região bem desenvolvida, e a sua economia é voltada para a indústria de medicamentos, automobilística e comércio atacadista.

Figura 20 – Mapa da cidade de Anápolis - GO



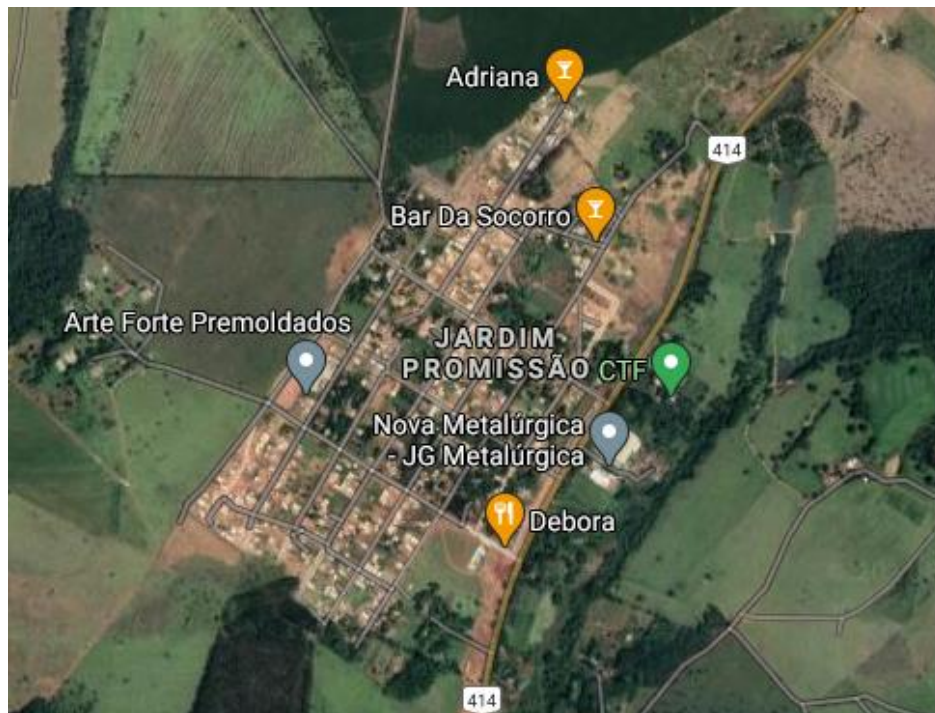
Fonte: Google Earth (2021)

A obra acompanhada se localiza na área norte da cidade de Anápolis, no bairro Jardim Promissão, conforme a Figura 21. Segundo a Prefeitura de Anápolis (2020) o bairro contém 16 ruas e vias.

O Jardim Promissão é um dos mais novos bairros da cidade, que recebeu a pouco tempo os serviços de pavimentação asfáltica, galeria de águas pluviais e obras complementares. O bairro foi invadido a mais de 26 anos atrás, onde moradores trocavam seus lotes ou vendiam por um preço muito baixo. O bairro foi esquecido por diversas outras gestões e que agora, está sendo contemplado com esse benefício que traz mais conforto e valorização à população. Até então os imóveis não possuem escrituras e a Prefeitura está no processo de regularização de todos os lotes do bairro após a realização da obra.

O bairro fica próximo á Base Aérea de Anápolis e da indústria BioInstinto e as principais ruas são: avenida Brasil, avenida Goiás, rua Pernambuco e rua Mato Grosso, como mostra a **Figura 21**. A sua área total é de 1.230.000 m².

Figura 21 – Mapa do bairro Jardim Promissão



Fonte: GOOGLE MAPS, 2021

Segundo a secretária de obras de Anápolis (2019) foi destinado 14,3 milhões de reais para construção de galerias pluviais e pavimentação asfáltica e a responsável pela obra foi a Construtora Caiapó, localizada em Goiânia, o prazo de entrega da obra foi de 365 dias. A obra foi iniciada 23 de abril de 2020, como mostra **Figura 22** e o término em 23 de abril de 2021, conforme **Figura 23**, está sendo realizado as obras complementares, que são as calçadas, os meio fios e sinalizações das vias.

Figura 22 – Início da obra



Fonte: GOOGLE MAPS, 2020

Figura 23 – Finalização da obra



Fonte: Própria do Autor, 2021

Nessa obra empregaram-se dois recursos: o pavimento flexível e o semi-rígido. As vias que foram empregadas o pavimento semi-rígido são as de passagem da linha de ônibus e de transportes pesados, sendo elas: a Avenida Brasil, mostrada na **Figura 24**, a Rua Paraíba, a Rua Bahia e a Rua Pernambuco.

Figura 24 – Avenida Brasil pavimentada



Fonte: Própria do Autor, 2021

Cerca de 11 ruas no Bairro Jardim Promissão não foi empregado o pavimento semi-rígido, como é o caso a Rua Ceará, mostrada na **Figura 25**. Nessas foram realizadas a pavimentação flexível, que é a mais comum e econômica, sendo executadas as camadas de base, sub-base, reforço de subleito e o próprio subleito na terraplagem.

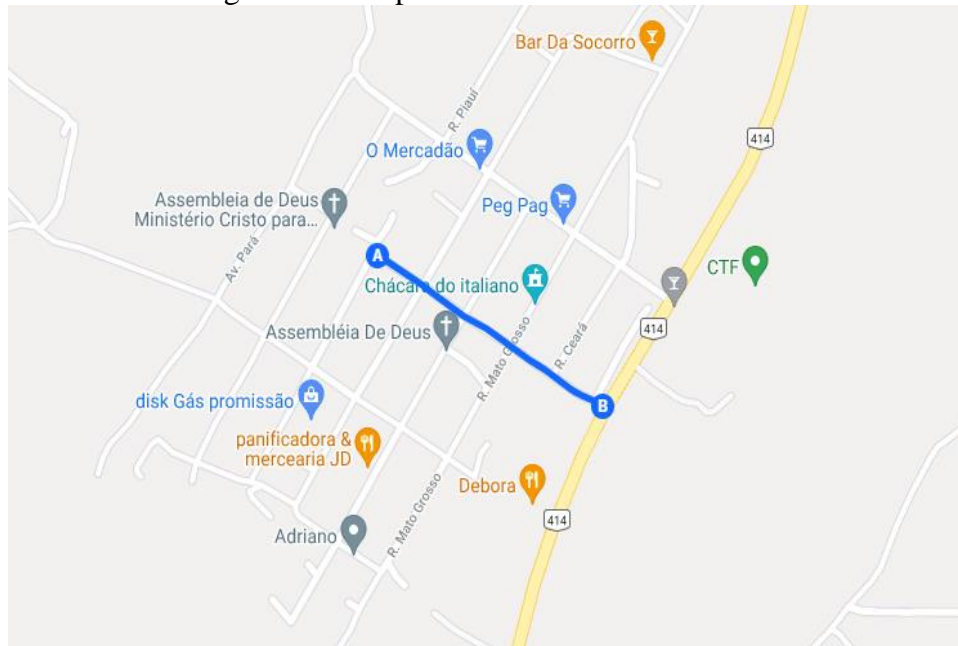
Figura 25 – Rua Ceará no bairro Jardim Promissão



Fonte: Própria do Autor, 2021

Dentre as 16 ruas e vias do Jardim Promissão, demonstradas na Figura 26, foi escolhido para acompanhar a Avenida Brasil, que é uma das principais do bairro que possui imóveis residenciais e comerciais, e conforme dito anteriormente foi executado apenas as camadas de base, subbas e subleito na terraplanagem.

Figura 26 – Mapa localizando a Avenida Brasil



Fonte: GOOGLE MAPS, 2020

3.1 PROCESSO DA TERRAPLENAGEM

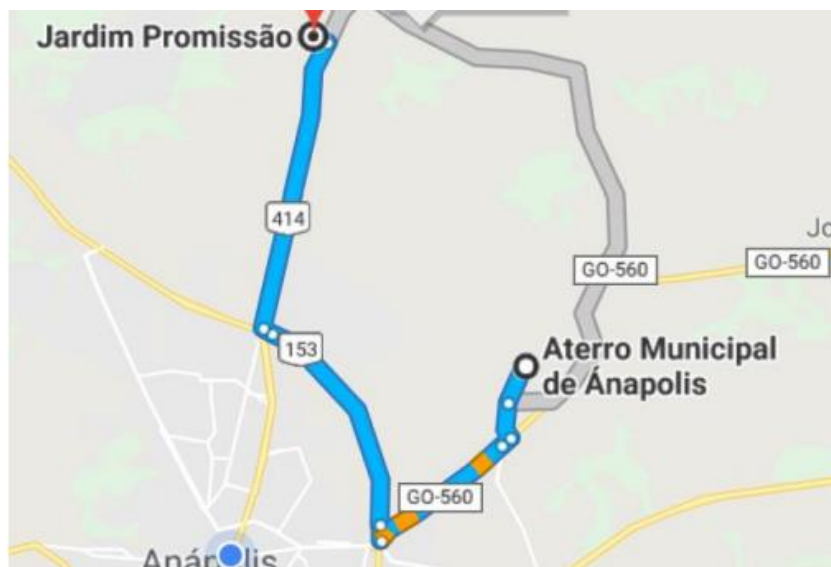
Para o início da obra de execução de serviços de pavimentação asfáltica do Jardim Promissão, seguiu a norma do DNIT 105 (2009) que descreve os serviços preliminares de terraplenagem a ser seguidos. A primeira etapa consiste na limpeza do terreno, onde a Construtora Caiapó retirou todos os resíduos de espécies vegetais, pedras e blocos espalhados na área da obra, remoção de plantações dos moradores e postes de luzes que ficava onde há passagem da pavimentação asfáltica. Os equipamentos utilizados para essa etapa foram: trator de esteira com lâminas, motosserras e caminhão basculante ou caminhão carroceria. Onde ocorreu corte foi feita a camada de 60cm abaixo do greide projetado que fica totalmente livre de raízes e troncos.

Para dar continuidade no processo, o próximo passo realizado foi a escavação seguindo a norma DNIT 106 (2009) que descreve a especificação do serviço de corte. Dentro da escavação tem três operações básicas que ocorrem em sequência que são: o carregamento do

caminhão com o material escavado, transporte e descarregamento.

O material que sofreu o processo de desagregação, isto é, o solo que foi escavado com a *Scraper* e com a escavadeira *Shovel* foi transferido para o caminhão basculante que transportou esse solo para descarte no bota fora, mostrado na **Figura 27**. O solo descartado foi um saibro, mostrado na **Figura 28**, classificado granulometricamente como uma areia argilosa, que pode conter pedregulhos, resultante de alterações de rochas graníticas ou gnáissicas. Foi retirado cerca de 1.820,26 m³ de solo da Av. Brasil, totalizando 456 caminhões basculantes.

Figura 27 - Bota Fora – Aterro Municipal de Anápolis



Fonte: GOOGLE MAPS, 2021

Figura 28 – Solo Saibro



Fonte: Própria do Autor, 2020

Durante as operações de escavações devem ser tomados os devidos cuidados, no sentido de que a medida que os cortes venham sendo realizados, os taludes devem se apresentar sempre com a devida inclinação de 45°.

A etapa mais importante desse processo é o aterro, que sua função é deixar o terreno no nível especificado do projeto. Conforme o DNIT 108 (2009) aterro são segmentos de rodovias cuja implantação requer depósito de materiais provenientes de cortes ou de empréstimos no interior dos limites das seções do projeto (*off sets*) que definem o corpo estradal, o qual corresponde à faixa terraplanada. A execução dessa etapa é feita por um esquema de descarga do material, espalhamento e compactação, como mostrado na **Figura 29**.

Figura 29 – Aterro



Fonte: Própria do Autor, 2020

O material foi lançado em camadas consecutivas e em toda largura da seção transversal que permitiu o seu umedecimento e compactação. Para a execução o subleito a espessura de cada camada foi de 25 cm e o reforço do subleito a espessura foi de 20 cm. Todo esse processo foi executado mecanicamente, espalhando o material com o equipamento apropriado e devidamente compactado com rolos vibratórios. Os equipamentos utilizados foram tratores com lâminas, caminhão basculante, moto-niveladoras, rolos lisos e de pneus, pés de carneiro.

Logo após a escavação e o aterro, foi feito a regularização do subleito adicionando o solo para chegar na altura do greide do projeto, depois realizou à escarificação na profundidade de 20 cm, em seguida ocorreu o umedecimento e a compactação no local da obra. Os equipamentos usados nessa etapa foi a motoniveladora com escarificador, caminhão tanque,

rolos compactadores pés de carneiro, grades de discos e tratores de pneus.

O equipamento para a compactações dos solos foi o rolo pés de carneiro, que produz uma energia estática e compacta o solo de baixo para cima, também foi utilizado água através do caminhão pipa para lubrificante das partículas de solo. O número de passadas do rolo compressor foi 4 passadas do rolo compressor em cada camada do processo de terraplenagem até atingir o grau de compactação.

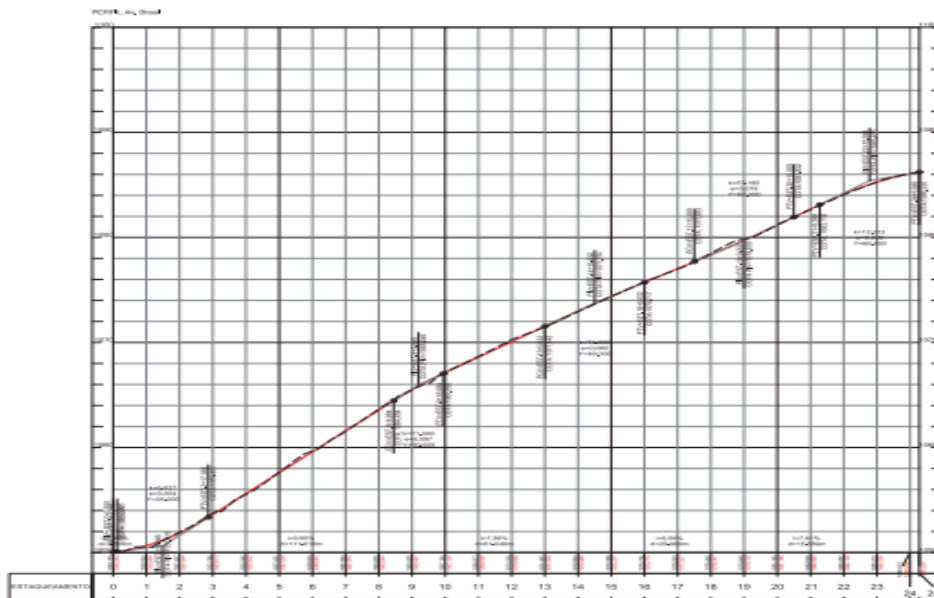
4 RESULTADOS

O trabalho apresenta resultados obtidos com o acompanhamento em campo da execução de terraplanagem realizado pela Construtora Caiapó e a fiscalização da Secretaria de Obras de Anápolis-GO, onde forneceram dados para completar este estudo de caso.

4.1 PROJETOS

O projeto mostrado de perfil longitudinal, conforme Figura 30 e Anexo A, é a representação em escala conveniente da interseção da estrada, também pode ser observado que o perfil lembra um gráfico cartesiano, considerando que abscissas (x) são identificadas pelas estacas e as ordenadas (y) pelas cotas do terreno. Lembrando que as escalas horizontais e verticais não são as mesma.

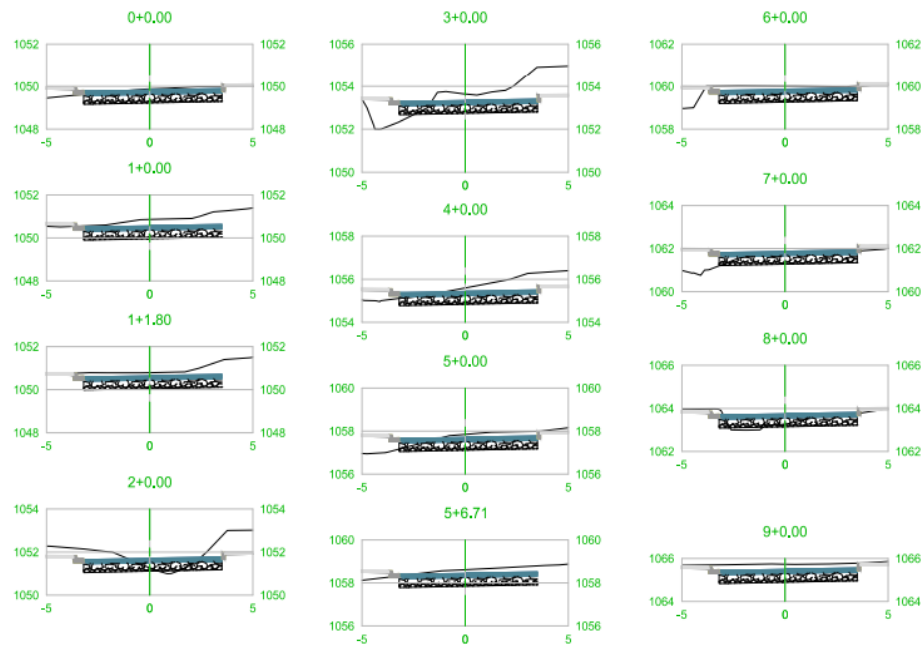
Figura 30 – Projeto Geométrico – Perfil Longitudinal



Fonte: Secretária de Obras de Anápolis, 2019

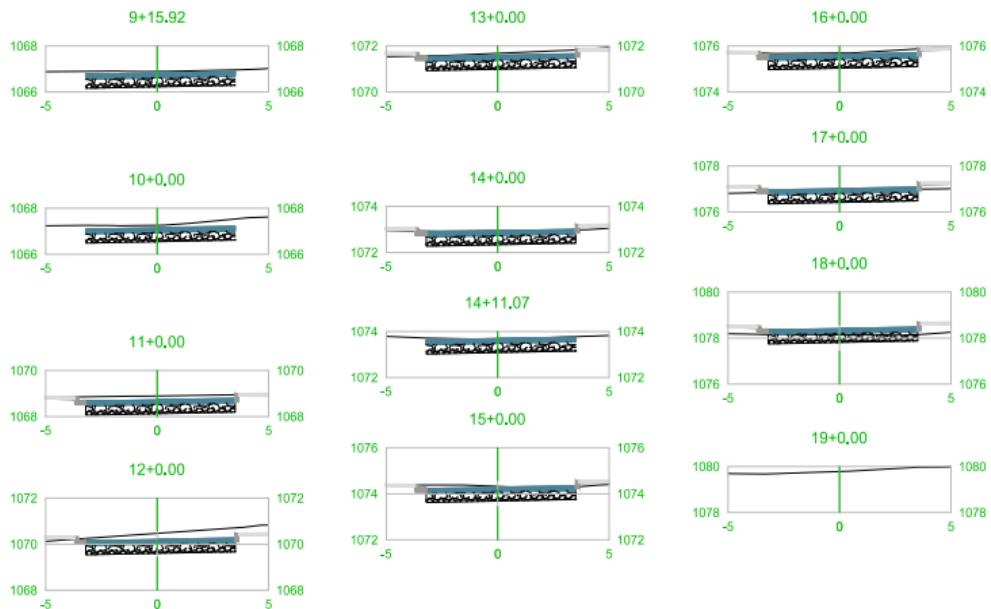
As seções transversais, mostradas nas Figura 31 e Figura 32, são representações de projetos apropriados de cortes da estrada feito por planos verticais, perpendiculares ao eixo da estrada. São localizadas em escalas inteiras e outros pontos onde necessário. Foi desenhado varias seções em pontos escolhidos que definiram todas as características do projeto transversais.

Figura 31 – Seções transversais 1



Fonte: Secretária de Obras de Anápolis, 2019

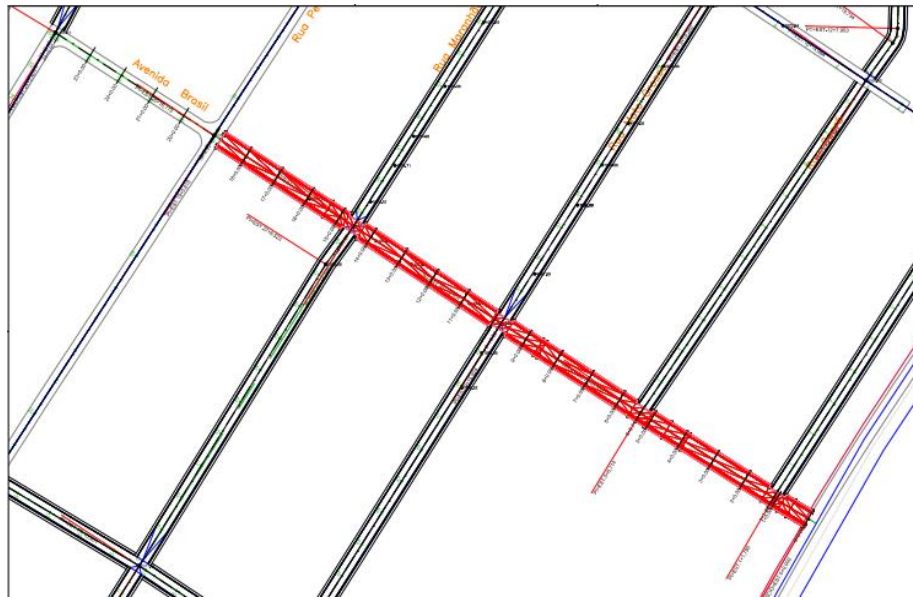
Figura 32 : Seções transversais 2



Fonte: Secretária de Obras de Anápolis, 2019

O projeto de traçado horizontal, mostrado na Figura 33, buscou aproveitar as ruas laterais e pistas existentes, em função das características definidas pelo projeto, foram projetados retificações e opções de alinhamento.

Figura 33 – Traçado Horizontal



Fonte: Secretária de Obras de Anápolis, 2019

4.1.1 Escavação

O material escavado na Avenida Brasil foi de um total de 1.820,26 m³ do solo caibro, resultou em 456 caminhões basculantes cheios que foi descartados no Aterro Municipal de Anápolis que tem um tempo de distância percorrido de 31 minutos do local da obra até o local do descarte. Foram tomados todos os cuidados na medida que os cortes eram executados.

4.1.2 Aterro

O solo utilizado para o espalhamento foi transportado da jazida de cascalho localizada em Joanópolis, com o volume de 495,80 m³.

Após a chegada do material foi feito o espalhamento com a moto-niveladora, conforme mostrado pela Figura 34, em seguida foi passado o rolo pés de carneiro para compactar a camada do subleito que chegou ao resultado de 0,25 m. Este processo se repetiu constantemente nas outras camadas até chegar no reforço do subleito com espessura de 0,20m.

Figura 34 – Execução do aterro



Fonte: Própria do Autor, 2020

4.1.3 Regularização do Subleito

Para regularizar foi adicionado o caibro para chegar na altura do greide realizando o espalhamento com o trator de pneus e grades de discos, como mostrado na Figura 35, após realizou a escarificação com moto-niveladora chegando na profundidade de 20 cm.

Figura 35 – Espalhamento com grades de disco



Fonte: Própria do Autor, 2020

Finalizando esta etapa com o umedecimento com o caminhão tanque e a compactação do solo com o rolo pés de carneiro, que pode ser visto na Figura 36.

Figura 36 – Compactação do solo



Fonte: Própria do Autor, 2020

4.1.4 Base e revestimento

Primeiramente realizou-se a correção do solo para introduzir a camada de base para receber a pavimentação, para esse serviço foi usado a motoniveladora. A base foi estabilizada com 2% de cimento, a mistura foi executada na pista sendo distribuído o cimento uniformemente na área da base, como mostrado na Figura 37.

Figura 37 – Mistura Solo + Cimento



Fonte: Própria do Autor, 2020

Em seguida ocorreu o espalhamento da mistura fazendo o uso do trator de pneus com a grade de disco, mostrado na Figura 38. Logo efetuaram com a motoniveladora o nível do terreno de acordo com o projeto transversal, dando continuidade nessa etapa ocorreu o umedecimento da superfície com o caminhão tanque sem interrupções e aumentando o teor de umidade do solo. E por fim o solo + cimento foi compactado com o rolo pneumático, complementando 8 passadas e 2 passadas com o rolo liso.

Figura 38 – Espalhamento da mistura com a grade de disco



Fonte: Própria do Autor, 2020

O revestimento da Avenida Brasil foi executado com capa asfáltica CBUQ, conforme Figura 39.

Figura 39 – Compactação da capa asfáltica



Fonte: Própria do Autor, 2020

Na Figura 40 mostra a capa asfáltica finalizada e pronta para uso de passagem de transportes, onde sua espessura é de 5 cm por decorrência da passagem da linha de ônibus.

Figura 40– Capa asfáltica



Fonte: Própria do Autor, 2020

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo acompanhado apresenta a importância de se ter vias pavimentadas e as melhorias proporcionadas por ela para a população. Onde traz maior conforto e segurança, aumento na economia e que também é possível executar uma pavimentação com ótimas condições do estrutural ao estético.

As obras de terraplenagem devem ser realizadas de acordo com as especificações técnicas e com as normas dos órgãos competentes, visto que esta fase provoca maiores impactos ambientais.

O processo realizado na obra da Avenida Brasil no bairro Jardim Promissão em Anápolis seguiram as normas do DNIT, que proporcionou em um melhor resultado onde o solo foi bem compactado e isso resulta em uma boa durabilidade e resistência.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16097: Solo – Determinação do teor de umidade – Métodos expeditos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7185: Solo – Determinação da massa específica, in situ, com emprego do frasco de areia**. Rio de Janeiro, 2016.
- BALDO, José Tadeu, *Pavimentação Asfáltica: Materiais, projeto e restauração*. São Paulo, 2007.
- BERNUCCI, LB; MOTTA, L.M.G; CERATTI, J.A.P; SOARES, J.B. *Pavimentação Asfáltica: Formação básica para Engenheiros*. Rio de Janeiro, 2008
- CAPUTO, Homero Pinto. *Mecânica dos solos e suas aplicações: Fundamentos*. 6 Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ. **DER – PR, Especificações dos serviços rodoviários**. Paraná, 2008.
- DNIT, *Manual da pavimentação*. Rio de Janeiro, 2006.
- DNIT, 106/2009 – ES, *Terraplenagem – Cortes especificação de serviço*. Rio de Janeiro, 2009.
- DNIT, 105/2009 – ES, *Terraplenagem – Caminhos de serviço especificação de serviço*. Rio de Janeiro, 2009.
- DNIT, 108/2009 – ES, *Terraplenagem – Aterros especificação de serviço*. Rio de Janeiro, 2009.
- FIESP, *Departamento da Indústria da Construção. Pavimento de vias no Brasil: infraestrutura de transportes terrestres rodoviários e cadeias produtivas da pavimentação*. FIESP – São Paulo, 2017.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020
- RICARDO, Helio de Souza; CATALANI, Guilherme; *Manual prático de escavação: terraplenagem e escavação de rocha*. 3ª Ed. São Paulo: PINI, 2007.
- SANTOS, Jaime A. **Compactação: Elementos Teóricos**. 2008. 17p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2008.
- UFPR, *Universidade Federal do Paraná: Introdução à Terraplenagem*. UFPR – Paraná, 2015.

ANEXO A

