

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**AUGUSTO CESAR NASCIMENTO LANDEIRO
DANILLO RODRIGUES SOARES GUIMARÃES**

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE UM NOVO TRAÇADO
PARA A BR-474, IPANEMA-CARATINGA MG, ENTRE O
KM 110,5 E O KM 118.**

**BACHARELADO
EM
ENGENHARIA CIVIL**

**CARATINGA - MG
2015**

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

AUGUSTO CESAR NASCIMENTO LANDEIRO
DANILLO RODRIGUES SOARES GUIMARÃES

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE UM NOVO TRAÇADO
PARA A BR-474, IPANEMA-CARATINGA, ENTRE O KM
110,5 E O KM 118.**

Trabalho de conclusão de curso apresentada à Banca examinadora da faculdade de Engenharia Civil do Instituto Doctum de Educação e Tecnologia com requisito parcial de obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do professor Thales Leandro de Moura.

CARATINGA - MG

2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela confiança, força e perseverança que me foram concedidas, aos familiares que me apoiaram durante essa longa caminhada, principalmente meu pai Pulo Guimarães Filho e minha mãe Mariseth Rodrigues Soares Guimarães. Agradeço aos meus verdadeiros amigos, que incentivaram e estiveram ao meu lado durante essa longa jornada.

Á Deus, ao meu pai, e os amigos que estiveram comigo durante esta caminhada.

RESUMO

O trabalho acadêmico visa apresentar uma solução para possibilitar a pavimentação entre o km 110,5 e o km 118 da BR-474. O trecho está localizado em uma área de reserva particular do patrimônio natural (RPPN), área protegida por leis que dificultam a pavimentação. Visando conforto e segurança para os usuários dessa via, que é utilizada para diversos fins, foi elaborado o estudo desse novo traçado, tendo início no km 110,5 sentido Ipanema-Caratinga com a extensão de 7,4 quilômetros, provocando o menor impacto possível ao meio ambiente e solucionando esse problema. O novo traçado tem aproximadamente a mesma distância do percurso existente, porém, a obtenção das licenças obrigatórias para sua execução não será problema, o órgão ambiental competente (Supram) condicionou a liberação das licenças à construção dessa variante, este não passará dentro do perímetro da reserva, e possuirá um estudo de impactos ambientais que indicará soluções para a recomposição das áreas degradadas devido ao corte de árvores, e a remoção de solo para a construção da pista de rolagem.

Palavras-chave: Pavimentação, viabilidade, novo traçado, custos.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Imagem aérea do novo traçado..... | 16 |
| Figura 2. Imagem aérea do início do novo traçado. | 17 |
| Figura 3.. Imagem aérea da continuidade do novo traçado. | 17 |
| Figura 4. Imagem aérea do local onde o novo traçado ficará mais distante do traçado atual..... | 18 |
| Figura 5. Imagem aérea do segundo ponto, onde acontecerá supressão da flora e continuidade do novo traçado. | 19 |
| Figura 6. Imagem aérea do local onde será construída uma ponte sobre o rio Manhuaçu na altura do km 117. | 20 |
| Figura 7. Imagem aérea do km 118, final do trecho a ser pavimentado..... | 20 |
| Figura 8. Imagem do relevo da região onde passará a BR-474. | 21 |
| Figura 9. Imagem do relevo da região onde passará a BR-474. | 22 |
| Figura 10. Foto de estrada vicinal que será transformada em parte da BR-474. | 22 |
| Figura 11. Foto do local onde começará o desvio pelo lado direito..... | 23 |
| Figura 12 . Vegetação local..... | 25 |
| Figura 13. Estrada vicinal existente onde passará a BR-474..... | 25 |
| Figura 14. Local onde acontecerá supressão de elementos da espécie eucalipto..... | 26 |
| Figura 15. Estrada vicinal onde passará a BR-474. | 26 |
| Figura 16. Imagem 16: Retroescavadeira | 28 |
| Figura 17. Escavadeira hidráulica | 28 |
| Figura 18. Pá-carregadeira..... | 29 |
| Figura 19. Motoniveladora ou patrol | 29 |
| Figura 20. Rolo pé-de-carneiro..... | 30 |
| Figura 21. Rolo compactador liso..... | 30 |
| Figura 22. Caminhão pipa | 31 |
| Figura 23. Caminhão munck | 31 |
| Figura 24. Caminhão caçamba | 32 |
| Figura 25. Caminhão comboio ou melosa..... | 32 |
| Figura 26. sarjeta | 35 |

| | |
|-------------------------------------------|----|
| Figura 27. Valeta de pé-de-aterro. | 36 |
| Figura 28. Sinalização vertical..... | 37 |
| Figura 29. Placas de regulamentação. | 38 |
| Figura 30. Placas de advertência. | 39 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|----------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Transporte local com caminhão basculante. | 40 |
| Tabela 2. Transporte local com carroceria. | 40 |
| Tabela 3. Transporte local com betoneira. | 41 |
| Tabela 4. Transporte local CBUQ com caçamba térmica..... | 41 |
| Tabela 5. Transporte de água. | 42 |
| Tabela 6. fornecimento de Aço CA-50..... | 42 |
| Tabela 7. Areia. | 43 |
| Tabela 8. Brita. | 43 |
| Tabela 9. Destocamento de árvores. | 44 |
| Tabela 10. Sub-base | 44 |
| Tabela 11. Compactação | 45 |
| Tabela 12. Sarjeta. | 45 |
| Tabela 13. Caixa coletora..... | 46 |
| Tabela 14. Dissipador de energia..... | 46 |
| Tabela 15. Poço de visita. | 47 |
| Tabela 16. CBUQ. | 47 |

Lista de siglas

CBUQ- Concreto Betuminoso Usinado a Quente.

DER- Departamento de Estradas de Rodagem.

DNER- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem.

DNIT- Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes.

FMA- Feliciano Miguel Abdala.

RPPN- Reserva Particular do Patrimônio Natural.

SICRO- Sistema de Custos Rodoviários.

SUPRAM- Superintendências Regionais de Regularização Ambiental.

Sumário

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| INTRODUÇÃO | 11 |
| 1. PAVIMENTAÇÃO | 13 |
| 1.1 CONCEITO DE PAVIMENTAÇÃO | 13 |
| 1.2 IMPORTÂNCIA DA PAVIMENTAÇÃO | 13 |
| 1.3 IMPORTÂNCIA PARA OS MUNICÍPIOS | 14 |
| 1.4 MOTIVO DA ABERTURA DE UM NOVO TRAJETO | 14 |
| 2. TÉCNICAS A SEREM UTILIZADAS NA CONSTRUÇÃO DO NOVO TRAÇADO | 15 |
| 2.1 LEVANTAMENTO DA ÁREA DO NOVO TRAÇADO | 15 |
| 2.2 SUPRESSÃO DA FLORA | 23 |
| 2.3 TERRAPLENAGEM | 27 |
| 2.3.1 Tipos de maquinas que serão empregadas em obras de terraplenagem. | 27 |
| 2.4 PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA | 32 |
| 2.5 DRENAGEM | 33 |
| 2.5.1. DEFINIÇÕES | 33 |
| 2.5.2 IMPORTÂNCIA | 34 |
| 2.5.3 TIPO DE DRENAGEM | 34 |
| 2.5.3.1 DRENAGEM SUPERFICIAL | 34 |
| 2.5.4 SARJETA | 35 |
| 2.5.5 VALETAS DE PÉ-DE-ATERRO | 35 |
| 2.6 SINALIZAÇÃO. | 36 |
| 2.6.1 SINALIZAÇÃO VERTICAL | 37 |
| 2.6.2 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO OBRIGATÓRIA | 38 |
| 2.6.3 PLACAS DE ADVERTÊNCIA. | 38 |

| | |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| 3. CUSTOS PARA VIABILIZAR O EMPREENDIMENTO | 39 |
| 3.1 TABELAS DE CUSTOS | 39 |
| 3.2 CUSTO APROXIMADO DA OBRA | 48 |
| 4. CONCLUSÃO | 49 |
| REFERENCIAS..... | 50 |

INTRODUÇÃO

O atual traçado da BR-474, principal ligação entre a cidade de Ipanema e a cidade de Caratinga, entre o km 110,5 e o km 118, encontra-se sem pavimentação, devido o fato da BR estar em uma área de reserva particular do patrimônio natural (RPPN), área remanescente da Mata Atlântica. A reserva é conhecida mundialmente por abrigar espécies em risco de extinção como o *Brachyteles Hypoxanthus* (macaco muriqui) e outras como o *Platyrrhinus recifinus* (morcego), motivo o qual torna esse trecho impedido de possuir pavimentação de acordo com a lei nº 12.651, de 25 de maio de 2005. Em 1989 foi elaborado um projeto para realização dessa obra mantendo o atual traçado, mas não foi executado e foi descartado. Posteriormente foi feito um novo convênio entre o DNIT e o DER que acabou expirando antes de ser confeccionado um projeto que atendesse as condições impostas pela Supram, foram feitos estudos primários para elaborar um traçado que seria chamado de variante FMA, essa foi a condição imposta pela Supram para aprovar o projeto.

O segmento existente não possui largura suficiente para pavimentá-lo, para isso seria preciso aumentar a seção transversal do mesmo, causando a supressão de vários elementos da flora local, alguns desses elementos possuem uma longa história, esse trecho serve de passagem para vários animais chegarem ao rio, esse é outro fator que inviabiliza a pavimentação desse trecho, pois o fluxo de veículos aumentaria consideravelmente e conseqüentemente aumentaria a perda de espécimes da fauna local.

Em período chuvoso o trecho em questão torna-se intransitável, ocasionando transtorno aos usuários desta rodovia, que buscam outras rotas para que possam ter acesso as cidades que ficam ao decorrer deste trajeto.

Visando uma melhor qualidade, conforto e segurança á estes usuários, surge a necessidade da elaboração de um novo traçado, este novo trajeto terá 7,4 km de extensão, passará ao lado da reserva e terá uma redução de 100 metros em relação ao traçado existente.

Para a elaboração do novo trajeto, foram realizados estudos sobre a viabilidade da sua construção, os impactos que essa obra irá causar e seus benefícios.

A construção desse novo traçado irá trazer inúmeros benefícios, como a redução do desgaste de veículos, a manutenção empregada no trecho atual para a tentativa de manter o trecho trafegável, as interrupções do trecho devido às quedas de barreiras, atoleiros ocorrentes em períodos chuvosos, fenômenos estes que são frequentes no trajeto em questão, e o aumento do conforto e segurança para os usuários desta rodovia.

Os impactos ambientais causados pela implantação deste novo traçado serão mais constantes em relação aos serviços de terraplenagem, tendo em vista que a área que será utilizada para a implantação foi desmatada pelo homem a muitos anos, e a existência da vegetação local por onde passará esse traçado, é basicamente de eucalipto, e uma pequena área de vegetação nativa que deverá ser reflorestada em outro local somado a área preservada.

Será empregado o uso de diversas máquinas pesadas como pá-carregadeiras, moto-niveladoras, rolos compactadores e caminhões caçamba.

O revestimento asfáltico será do tipo betuminoso a quente, e composto por um sistema de drenagem eficiente contendo sarjetas, bueiros, escadas dissipadoras de energia e um sistema de sinalização para o auxílio e representação das regras que compõe o sistema brasileiro de trânsito.

1. PAVIMENTAÇÃO

1.1 CONCEITO DE PAVIMENTAÇÃO

Segundo Bernucci (2006 p.9), pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

1.2 IMPORTÂNCIA DA PAVIMENTAÇÃO

A pavimentação das rodovias traz vários benefícios aos usuários e aos municípios. Proporciona conforto, segurança e agilidade aos usuários que necessitam trafegar nesses trechos para realizar tarefas diárias de seu cotidiano.

Os municípios são ligados através de estradas e as condições de rodagem das mesmas influenciam diretamente no relacionamento entre um município e outro. Com as melhorias causadas pela pavimentação, conseqüentemente melhoram esses relacionamentos, que são de importação e exportação de produtos, turismo na região, transporte na área da saúde, proporcionando um atendimento com mais rapidez e segurança, o que em muitos casos é crucial, transporte escolar, importação e exportação de mão-de-obra, entre outros.

Esse recurso permite manter as estradas em boas condições de uso durante todo o tempo. Sem o recurso da pavimentação, mantendo as estradas de terra, não conseguimos mantê-la em boas condições no período chuvoso para os usuários, muitas vezes não é possível utilizá-la durante vários dias devido às patologias que surgem na via nesse período, causando transtornos e prejuízos imensos. Então vemos a importância de pavimentar as estradas por muitos motivos, mantendo claro o respeito entre o homem e o meio ambiente.

1.3 IMPORTÂNCIA PARA OS MUNICÍPIOS

A pavimentação desse trecho é de extrema importância para os municípios que são ligados por essa BR, causará impactos positivos sociais, econômicos e políticos devido à espera da resolução desse problema enfrentado no cotidiano dos habitantes desses municípios e de outros usuários durante vários anos.

Essa obra trará como exemplos de efeitos positivos a melhoria do transporte escolar, servindo de incentivo para melhorar a educação de alguns habitantes de municípios com pouco recurso na área da educação, agilidade nas entregas dos produtos importados e exportados dessa região, conseqüentemente melhorando a economia e trazendo mais interessados em relacionar com esses municípios.

1.4 MOTIVO DA ABERTURA DE UM NOVO TRAJETO

Foram apresentados vários caminhos a serem seguidos para pavimentar esse trecho, como fazer uma estrada parque, mas esse foge de sua finalidade por que essa não é uma área para visita, é uma rodovia com fluxo intenso, então não seria possível, outra solução seria fazer galerias para servir de passagem para os animais existentes, mas foi descartada por causa da proximidade da estrada com o rio e a supressão de elementos da flora seria grande por que a estrada existente é estreita, teríamos que fazer um alargamento da via em quase todo esse trecho, ocasionando a perda desses elementos, alguns deles centenários. A solução apontada pela SUPRAM foi a implantação de um novo traçado, desviando da Reserva Particular do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala, assim a supressão da flora será menor de acordo com estudo de viabilidade apresentado a seguir, e o desvio da reserva impede que alguns elementos da fauna sejam perdidos por atropelamento, minimizando os impactos ambientais.

2. TÉCNICAS A SEREM UTILIZADAS NA CONSTRUÇÃO DO NOVO TRAÇADO

2.1 LEVANTAMENTO DA ÁREA DO NOVO TRAÇADO

O levantamento da área do novo traçado é necessário para viabilizar a implantação do mesmo ou inviabilizá-la, através desse levantamento será possível saber onde passará a BR exatamente, a quantidade de elementos da flora que serão perdidos para pavimentar esse trecho, podendo escolher locais mais estratégicos para diminuir a supressão da flora, como mostra as figuras do número 1 ao número 11. A elaboração do novo traçado foi feita usando a ferramenta google earth, podendo escolher exatamente onde passar e medindo a quantidade de quilômetros que terá o desvio a ser construído. Posteriormente foram coletados dados em campo, como a largura de estradas vicinais existentes onde passará a BR para sabermos o quanto teremos que aumentar a largura das mesmas para atender as normas técnicas e proporcionar boas condições ao tráfego, ainda será possível descobrir o nível de supressão da flora que ocorrerá nesses locais.

De acordo com o levantamento feito, a variante terá 7,4 km, ou seja, diminuiu 100 metros em relação ao percurso existente que tem 7,5 km, além disso, o novo traçado terá mais segurança e conforto para os usuários da BR em relação ao traçado atual que possui curvas muito fechadas e passa exatamente ao lado do rio.

A BR 474 está dentro da classe funcional Arterial Primária, destinando a viagens interestaduais e inter-regionais e classe de projeto I-A, isso significa rodovia de pista dupla com controle de acesso parcial, velocidade diretriz de 80 km/h em região ondulada e 60 km/h em região montanhosa, portanto o trajeto terá sua velocidade variando entre esses dois valores. A largura da faixa de rolamento será de 3,60 metros para rodovia classe I. Em região ondulada, a largura do acostamento interno deverá ser entre 0,60 e 1,00 metro, em região montanhosa deverá ser de 0,50 a 0,60 metros, foi adotado um valor de 0,70 metros para acostamento,

totalizando os 8,60 metros de largura da plataforma mais as áreas destinadas ao escoamento superficial de águas pluviais.

A figura 1 mostra o segmento do novo traçado na cor vermelha, desviando da reserva Feliciano Miguel Abdala, por onde passa o traçado atual, que é representado na cor amarela, essa imagem foi retirada do trabalho realizado para desenvolver o melhor trajeto, utilizando a ferramenta google earth.

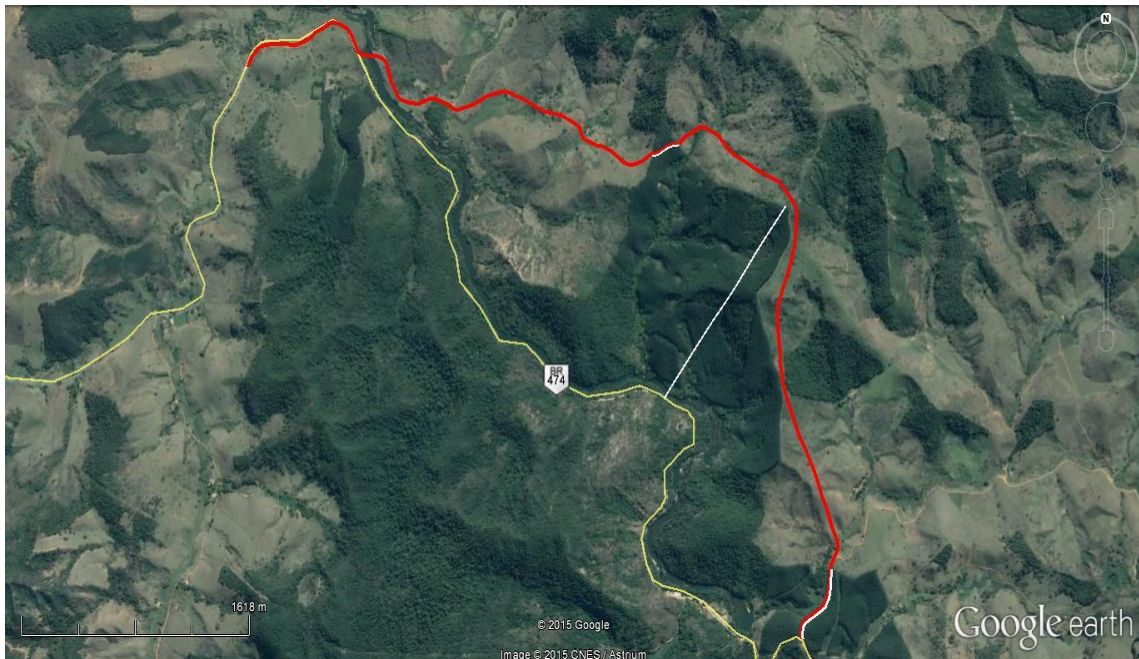


Figura 1: Imagem aérea do novo traçado.

Fonte: Google earth.

O novo traçado inicia-se antes da sede da fazenda dos sucessores do Sr. Feliciano Miguel Abdala como mostra a figura 2, desviando da rota atual, passando pelo lado direito do Rio Manhuaçu. A linha branca na figura abaixo representa a primeira área onde ocorrerá supressão da flora, sua extensão é de 490 metros. Existe uma estrada vicinal com largura de 5,00 metros que sofrerá um alargamento de 3,60 metros para obter os 8,60 metros necessários para tornar esse trecho parte da BR.



Figura 2: Imagem aérea do início do novo traçado.

Fonte: Google earth.

A figura 3 mostra a continuidade do novo traçado após o trecho anterior, esse trecho não possui árvores e será de fácil implantação.

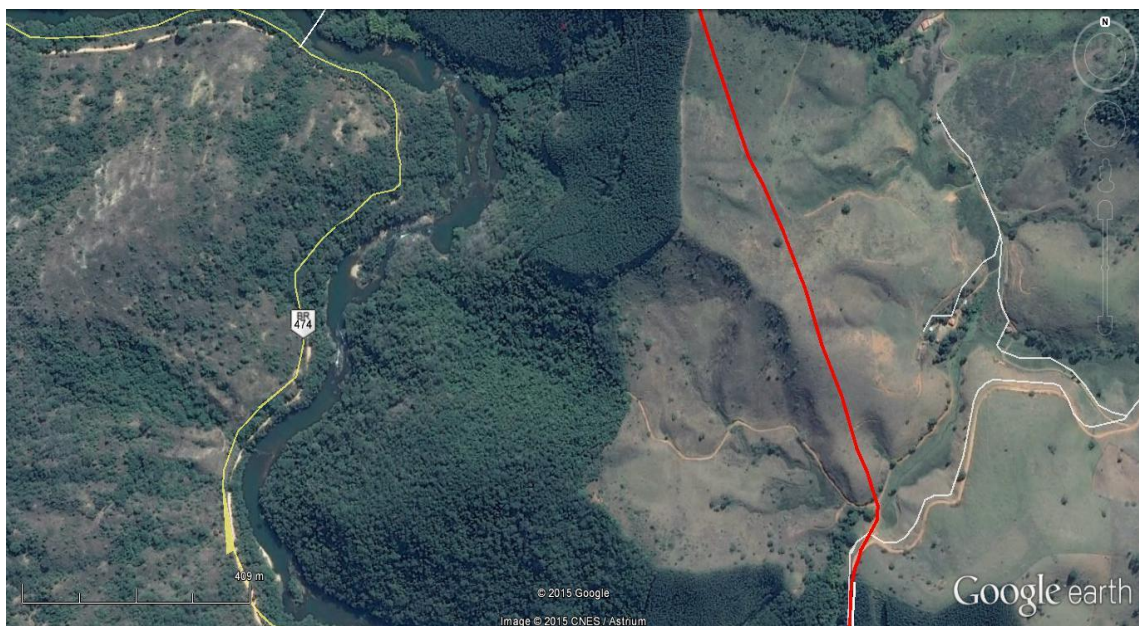


Figura 3: Imagem aérea da continuidade do novo traçado.

Fonte: Google Earth.

A continuidade do novo traçado pode ser acompanhada seguindo a linha na cor vermelha desviando da flora local para causar menor impacto ambiental possível como mostra a figura 4, nessa região será necessária maior movimentação de terra, retirada e preenchimento através de aterro. Não será necessário transportar grande quantidade de terra para outro local porque o material retirado servirá para aterro em locais próximos aos locais das retiradas.

A linha branca mostra o trecho que o novo traçado ficará mais distante do traçado atual, sendo um quilômetro e trezentos e oitenta metros de distância.

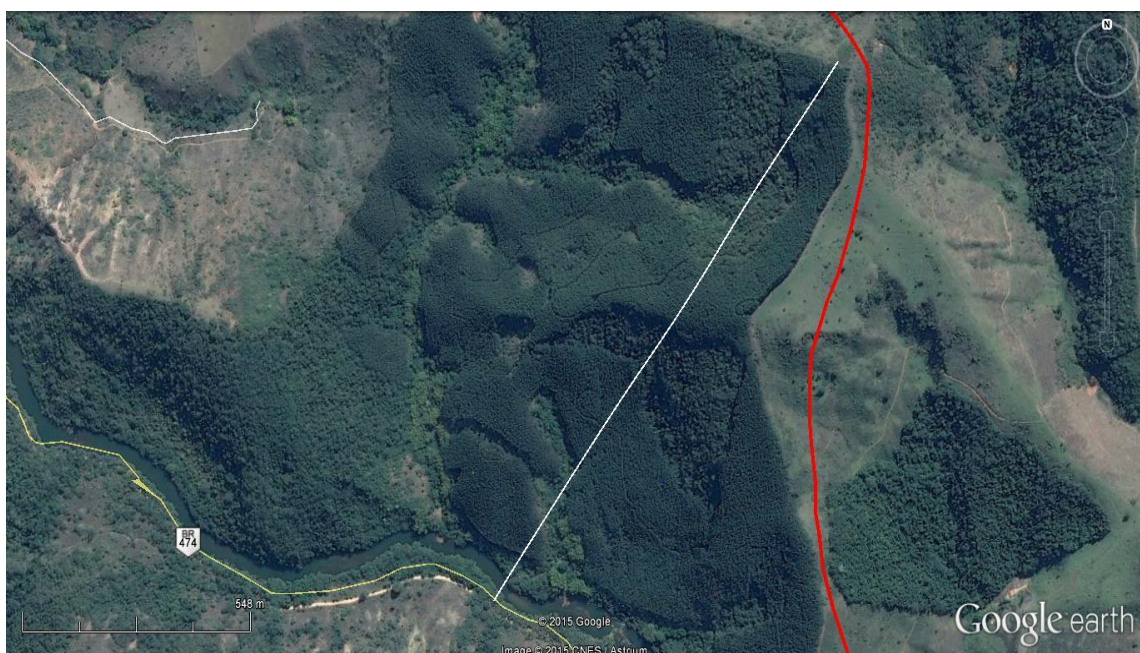


Figura 4: Imagem aérea do local onde o novo traçado ficará mais distante do traçado atual.

Fonte: Google earth.

O trecho da figura 5 com a menor linha branca é o segundo ponto onde ocorrerá supressão da flora, tem 210 metros de extensão e 8,60 metros de largura, totalizando 1.806,00 m² de supressão da vegetação nativa. Deverá ocorrer o reflorestamento em área equivalente.

A linha vermelha é o segmento do novo traçado passando por estradas vicinais existentes que sofrerão alargamento e aproximando novamente do traçado existente.



Figura 5: Imagem aérea do segundo ponto, onde acontecerá supressão da flora e continuidade do novo traçado.

Fonte: Google earth.

O novo traçado encontra com o traçado existente na altura do km 117 e segue até o km 118, para isso, será necessária a construção de uma ponte ligando os dois, voltando a estrada para a margem esquerda do rio Manhuaçu. Esse último quilômetro será o trecho onde ocorrerá menor movimentação de terra pelo fato da estrada existente possuir largura suficiente para seguir o projeto como mostra a figura 6.

Essa figura mostra também estradas vicinais como as que foram usadas durante a elaboração do traçado.

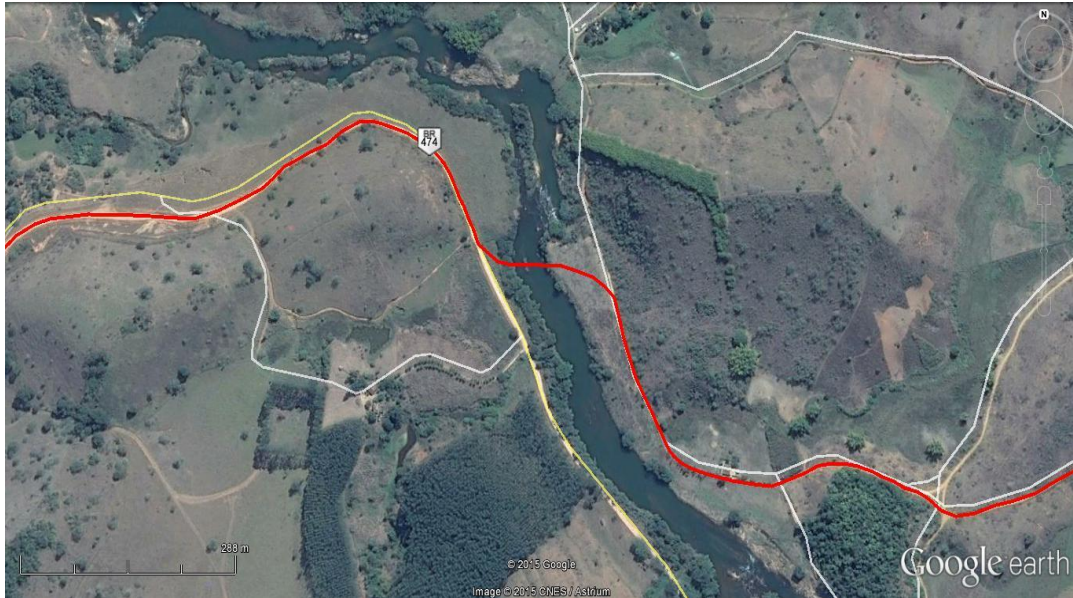


Figura 6: Imagem aérea do local onde será construída uma ponte sobre o rio Manhuaçu na altura do km 117.

Fonte: Google earth.

O final do trecho a ser pavimentado na altura do km 118, onde emenda no asfalto já existente seguindo para Caratinga pode ser visto na figura 7. A entrada a direita, no sentido do trecho de terra para o trecho pavimentado, segue para um patrimônio local chamado Santo Antônio.

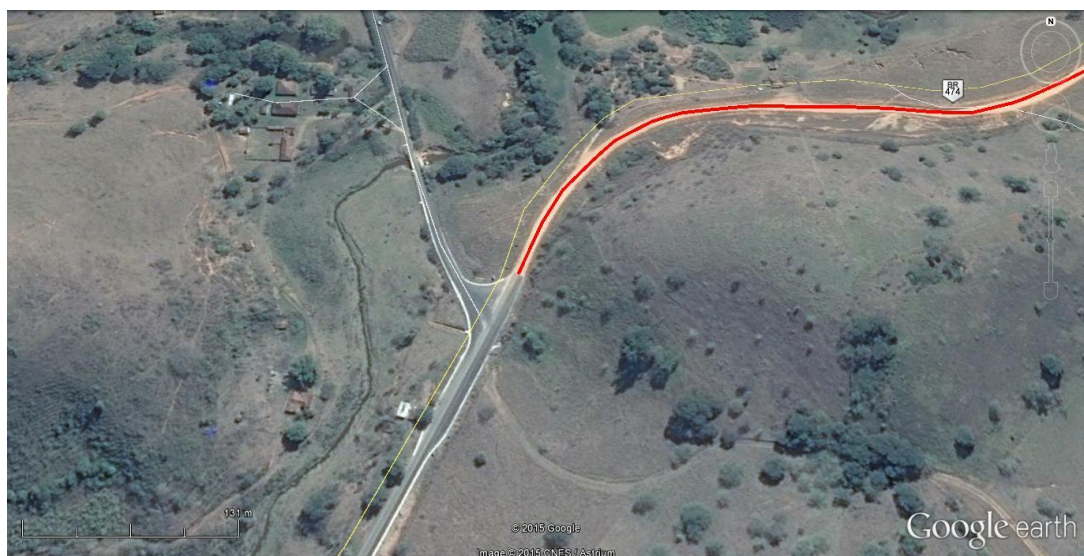


Figura 7: Imagem aérea do km 118, final do trecho a ser pavimentado.

Fonte: Google earth.

O relevo da região onde passará a BR-474 em seu novo percurso é montanhoso como mostram as figuras 8 e 9. Será necessária maior movimentação de terra somente no ponto de maior altitude que está situado na ponta da maior linha branca, as demais locações do novo traçado não exigiram os mesmos trabalhos de movimentação em quantidades iguais às desse ponto.

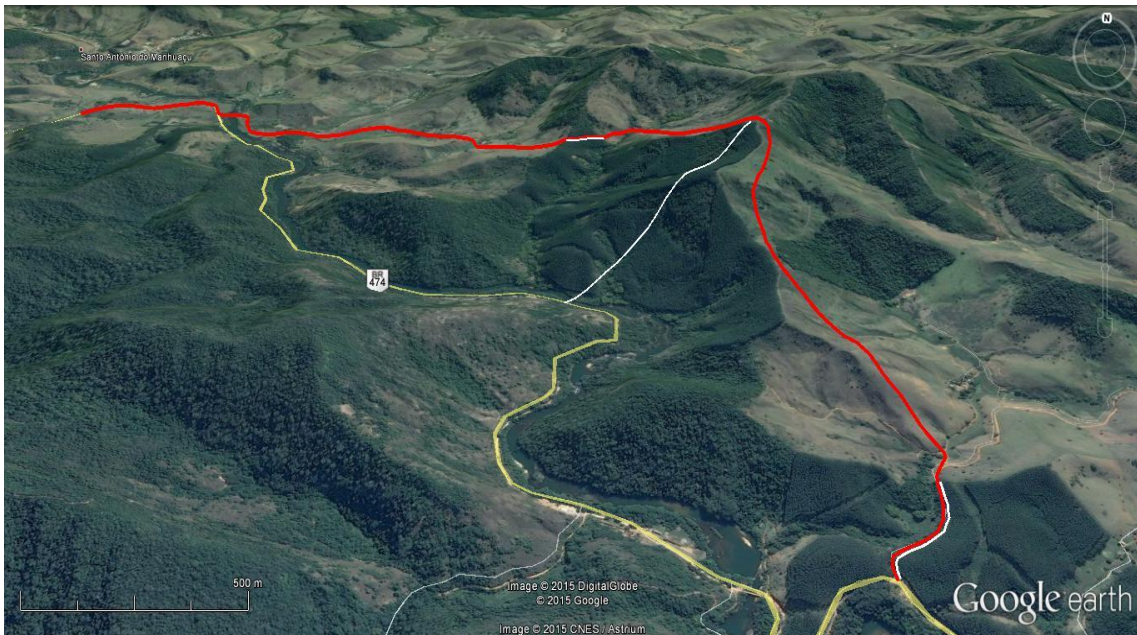


Figura 8: Imagem do relevo da região onde passará a BR-474.

Fonte: Google earth.

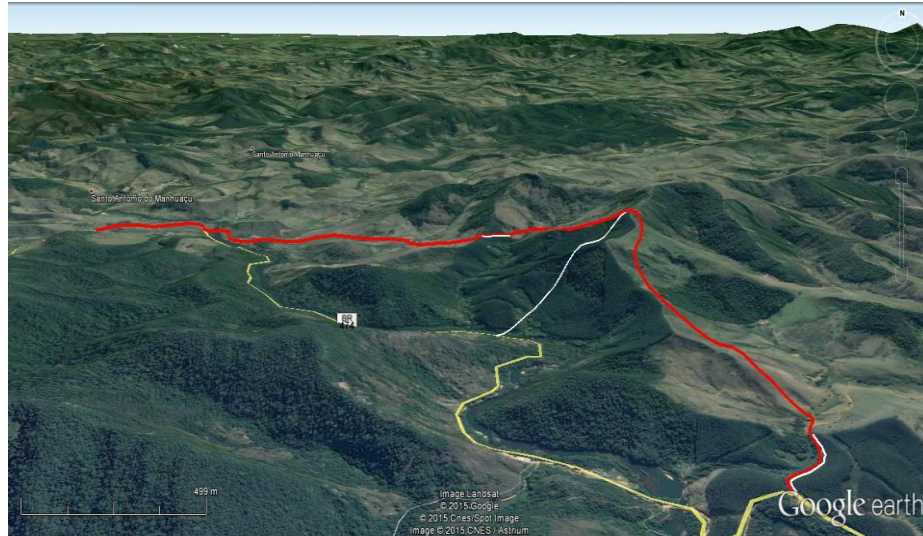


Figura 9: Imagem do relevo da região onde passará a BR-474.

Fonte: Google earth.

Durante a pesquisa de campo, foi retirada a foto abaixo, mostrando essa estrada existente que terá sua largura aumentada e será transformada em trecho da BR-474. Ao fundo é possível identificar alguns elementos de eucalypto presentes na margem do novo trajeto.



Figura 10: Foto de estrada vicinal que será transformada em parte da BR-474.

Fonte: Acervo do autor.

O desvio do trecho atual ocorrerá pela entrada á direita, o percurso existente é o da estrada á esquerda, no fundo é possível ver alguns elementos da flora que serão suprimidos durante o processo realizado para aumentar a largura desse trecho como mostra a figura 11.



Figura 11: Foto do local onde começará o desvio pelo lado direito.

Fonte: Acervo do autor.

2.2 SUPRESSÃO DA FLORA

De acordo com estudos primários realizados foram detectados dois trechos onde ocorrerá supressão de elementos da flora durante a implantação do novo traçado conforme mostra a figura número 01, o primeiro trecho tem 490 metros de extensão e 8,60 metros de largura, totalizando uma área de 4.214,00 m², mas já possui uma estrada vicinal com largura de 5,00 metros, portanto sofrerá um alargamento de 3,60 metros para receber o asfalto, a derrubada de eucalipto, que é a espécie plantada nesse local será de 3,60 metros de largura e 490 metros de extensão, totalizando 1.764,00 m², o segundo trecho como mostra a figura número

02, tem 210 metros de extensão e 8,60 metros de largura, totalizando uma área de 1.806,00 m² de vegetação nativa, somando os dois trechos temos uma área de 6.020,00 m² onde perderemos 3.570,00 m² de elementos da flora. De acordo com estudos realizados em plantações existentes, a média de ocupação de um elemento de eucalipto é de 6 m², portanto haverá uma perda de aproximadamente 294 elementos de eucalipto no primeiro trecho, cada árvore tem cerca de 0,43 m³ portanto teremos 126,42 m³ de eucalipto derrubado durante a implantação desse traçado.

Essa perda de elementos da flora seria expressivamente maior se o segmento atual fosse mantido, a estrada existente possui trechos mais largos e outros mais estreitos, em alguns pontos de seu trajeto a seção transversal tem 4,5 metros, em outros pontos chega a ter 9,0 metros, mas a largura predominante nesse trecho é de 5,50 metros. A estrada sofreria o alargamento de aproximadamente 3,0 metros durante 7,5 km ocasionando derrubada de árvores em aproximadamente 7,0 km, totalizando 21.000 m² de área de supressão. Levando em consideração o tamanho das espécies, podemos calcular baseando no cálculo dos eucaliptos, o que será cerca de 3.500 elementos perdidos para asfaltar o traçado existente, então o novo traçado derrubará menos elementos em relação ao que seria derrubado no traçado existente. Além dos números, outro motivo que mostra a necessidade dessa construção é a existência de espécies raras da flora durante esse percurso que não podem ser derrubadas. Pelo fato da estrada estar muito próxima ao rio esse alargamento seria todo feito de um lado, o lado esquerdo, exatamente onde esses elementos habitam.

A vegetação local deverá ser reflorestada em outro local, a figura 12 ilustra parte dessa vegetação.



Figura 12: Vegetação local.

Fonte: Acervo do autor.

No ponto de maior altitude do novo traçado, existe uma estrada vicinal com 4,50 metros de largura como mostra a figura número 13, essa estrada passará a ter 8,60 metros de largura para fazer parte da BR-474.



Figura 13: Estrada vicinal existente onde passará a BR-474.

Fonte: Acervo do autor.

A figura número 14 mostra a área onde ocorrerá a supressão de eucalipto no início do desvio que será construído.



Figura 14: Local onde acontecerá supressão de elementos da espécie eucalipto.

Fonte: Acervo do autor.

O segmento do novo traçado, onde ocorrerá modificação pelo lado direito para obter a largura necessária para pavimentar é ilustrado pela figura 15.

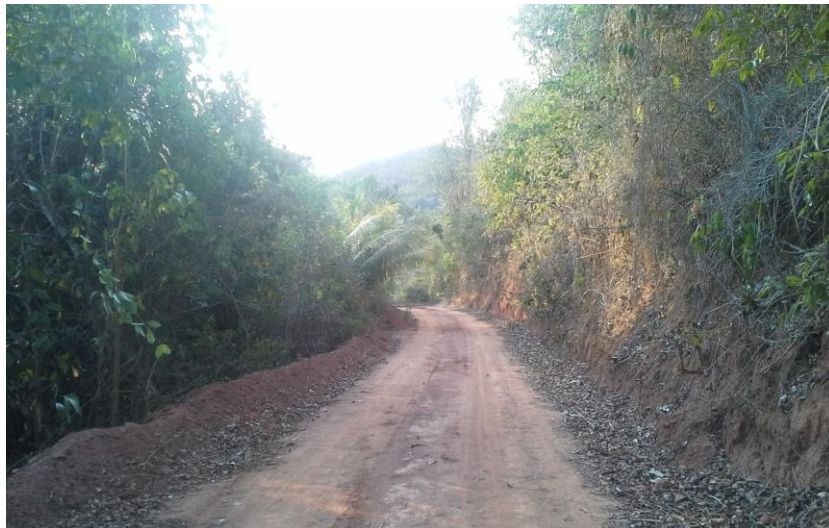


Figura 15: Estrada vicinal onde passará a BR-474.

Fonte: Acervo do autor.

2.3 TERRAPLENAGEM

Estende-se por terraplenagem, a atividade de remoção, transporte, aterro, ou seja, toda a atividade, que seja necessário trabalhar com a movimentação do solo, com a finalidade de construir uma superfície para o uso de veículos.

Entende-se por terraplenagem o conjunto de atividades que têm por finalidade preparar uma plataforma adequada ao uso de veículos, depois de complementada com a superestrutura viária. Para isto torna-se necessário efetuar escavação do solo e desmonte de rochas, com construção de estruturas estáveis que proporcionem segurança ao usuário.¹

Existem muitos equipamentos para auxiliar o trabalho de terraplenagem, como as pás carregadeiras, que possibilitam o carregamento rápido de caminhões caçamba para a retirada ou adição de solo em determinado local, as motos niveladoras que possibilitam uma superfície plana, rolos compactadores que auxiliam na aquisição de um solo com uma maior resistência de carga.

Estes equipamentos serão empregados e terão um papel fundamental na construção desse novo traçado.

Através desses equipamentos, será possível fazer a remoção de terra e os aterros quando necessário. A escavação, o transporte e outras finalidades que cada máquina exerce no canteiro de obra, são fundamentais.

2.3.1 Tipos de máquinas que serão empregadas na obra de terraplenagem

Retroescavadeira: tem a função de escavar valas para redes, transportar materiais e carregar caminhões.

¹ ANTAS, Paulo Mendes. **Estradas: projeto geométrico e de terraplenagem.** Rio de Janeiro: Interciência, 2010.p: 185



Figura 16: Retroescavadeira ²

Escavadeira Hidráulica: tem a função de aterro e desaterro, conformação de taludes, carregamento de caminhões e escavação de redes de maior diâmetro.



Figura 17: Escavadeira hidráulica ³

Pá-carregadeira: tem a função de carregamento de caminhões.

²Waltec manutenções, Disponível em:<www.waltecmanutencao.com/terra.php#locret>. Acesso em 10 de novembro de 2015.

³Curso de maquinas, Disponível em: <www.cursodemaquinas.com.br/curso-de-colheitadeira/>. Acesso em 10 de novembro de 2015.



Figura 18: Pá-carregadeira⁴

Motoniveladora ou Patrol: Equipamento de terraplenagem. Com a função de cortar ou aterrar subleitos, sub-bases e bases de acordo com as estacas de marcação topográfica.



Figura 19: Motoniveladora ou patrol⁵

Rolo compactador pé-de-carneiro: Equipamento de terraplenagem. “Com a função de atingir o “grau de compactação desejado”. Após a Patrol deixar a camada de material pronta, ou no greide.

⁴Disponível em :<www.deere.com.br/pt_BR/products/equipment/wheel_loaders/wheel_loaders.page>. Acesso em 10 de novembro de 2015.

⁵Disponível em: https://www.deere.com.br/pt_BR/products/equipment/motor_graders/motor_graders.page. Acesso em 10 de novembro de 2015.



Figura 20: Rolo pé-de-carneiro.⁶

Rolo compactador liso: Tem a função de compactar materiais mais finos, como bica corrida ou CBUQ (asfalto), que precisam de uma superfície bem lisa e compactada.



Figura 21: Rolo compactador liso.⁷

Caminhão Pipa: Tem a função de umedecer o material para que ele atinja a umidade necessária para compactação e também de molhar a obra em épocas de seca, quando o movimento de máquinas levanta muita poeira.

⁶Disponível em: www.dinizterraplenagem.com.br/servicos . Acesso em 10 de novembro de 2015

⁷Disponível em: <www.grupodovale.com/equipamentos>. Acesso em 10 de novembro de 2015



Figura 22: Caminhão pipa⁸

Caminhão Munck: Equipamento de muita versatilidade para a obra. Tem a função de fazer a movimentação de cargas na obra com o braço hidráulico.



Figura 23: Caminhão munck⁹

Caminhão caçamba: Transporte de agregados como terra, areia e brita.

⁸ Disponível em: www.caminhaopipapelotas.com.br. Acesso em 10 de novembro de 2015

⁹ Disponível em: www.clubedoconcreto.com.br/2015/01/curso-operacao-de-caminhao-munck-parte-1.html; acesso em 10 de novembro de 2015.



Figura 24: Caminhão caçamba¹⁰

Caminhão Comboio ou Melosa: Tem a função de abastecer os equipamentos na obra. Encontrado em obras que utilizam muitos equipamentos, como terraplenagem, rodovias e expansão de mineração.



Figura 25: Caminhão comboio ou melosa¹¹

2.4 PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Pavimentação asfáltica é um material utilizado para a proteção dos elementos que compõe a construção da base de uma estrada, que são o leito e sub-leito, o reforço deste segundo, impermeabilizando e reduzindo as ações que podem fazer

¹⁰Disponível em: <http://sofatima.net/blog/2013/07/29/fatima-e-mais-25-cidades-da-regiao-foram-selecionada-para-receberem-caminhao-cacamba/>. Acesso em 10 de novembro de 2015.

¹¹ Disponível em: < <http://br.vazlon.com/locacao-de-caminhao-comboio-abastecedor-de-diesel>>. Acesso em 10 de novembro de 2015.

com que essas camadas tenham suas propriedades reduzidas. Propicia uma superfície de rolagem com maior atrito entre os pneus dos veículos e a pista de rolamento com o intuito de uma maior segurança e conforto dos usuários da rodovia.

Dentre os vários tipos de asfalto existentes, o betuminoso a quente é o indicado para o revestimento do traçado, devido as suas propriedades de durabilidade e flexibilidade para resistir aos diferentes tipos de esforços, sendo de fácil implantação de uma usina para a sua fabricação, tendo em vista a cidade de Ipanema que possui a capacidade de fornecer os agregados necessários e espaço para essa implantação.

O asfalto é composto de agregados miúdos, graúdos, ligantes, files ou materiais de enchimento que são aquecidos para uma maior aderência dos elementos que o compõe.

2.5 DRENAGEM

2.5.1. DEFINIÇÕES

Drenagem de uma estrada é o processo no qual é feito o escoamento das águas pluviais para fora do seu leito, em um local apropriado. Composto por um conjunto de sistemas destinados a captar e escoar toda a água em excesso da superfície e do subsolo.

“Em sua função primordial, a drenagem de uma rodovia deve eliminar a água que, sob qualquer forma, atinge o corpo estradal, captando-a e conduzindo-a para locais em que menos afete a segurança e durabilidade da via.”¹²

¹² DNIT. **Manual de drenagem de Rodovias**- 2. ed. - Rio de Janeiro, 2006. Pag 13

2.5.2 IMPORTÂNCIA

A água exerce ações erosivas sobre a superfície de uma estrada, reduzindo a sua capacidade de rodagem. Dependendo da grandeza dessas ações, a estrada pode ser interrompida, causando transtorno aos usuários. Assim surge a necessidade de um bom sistema de drenagem, com a função de realizar a captação de toda a água em excesso, mantendo a estrada em boas condições de tráfego.

2.5.3 TIPO DE DRENAGEM

2.5.3.1 DRENAGEM SUPERFICIAL

É o tipo de drenagem destinada a escoar as águas restantes da chuva, que não foram absorvidas pelo solo, ou através de evaporação. Será responsável pela maior parte de escoamento das águas oriundas das chuvas, ocorrentes no trecho em estudo através de construção de sarjetas, valetas de condução de água, valetas de pé-de-aterro.

2.5.4 SARJETA

Segundo Machado (2013 p.260), são canais executados nas bordas do pavimento ou do acostamento da estrada, geralmente na forma triangular, por oferecerem razoável capacidade de vazão e maior segurança ao tráfego.



Figura 26: **Sarjeta**

Fonte: Acervo do autor.

2.5.5 VALETAS DE PÉ-DE-ATERRO

Segundo MACHADO (2013 p.262), são canais construídos próximos ao pé do aterro, para conduzir a água a um ponto de descarga antes que atinjam a estrada.



Figura 27: Valeta de pé-de-aterro.¹³

Com o emprego de um bom sistema de drenagem têm-se como objetivo, a melhoria na durabilidade da rodovia, proporcionando conforto e segurança aos usuários do novo trecho da rodovia apresentado.

2.6 SINALIZAÇÃO

Sinalização permanente é um sistema de informações demonstradas através de placas que auxiliam os usuários de rodovias a se orientarem sobre as regras do trajeto.

“A sinalização permanente, composta por placas, painéis, marcas no pavimento e elementos auxiliares, constitui-se num sistema de dispositivos fixos de controle de tráfego que, por sua simples presença no ambiente operacional de uma via, regulam, advertem e orientam os seus usuários. De modo geral, a sinalização deve conquistar a atenção e a confiança do

¹³ Disponível em:< <http://www.farinaefarina.com/servicos.html>>. Acesso em 11 de novembro de 2015.

usuário, permitindo-lhe ainda um tempo de reação adequado. Esta atenção depende, por sua vez, de um conjunto de fatores que compõem o seu ambiente operacional.”¹⁴

2.6.1 SINALIZAÇÃO VERTICAL

As sinalizações de rodovias se estabelecem por meio de placas ou dispositivos que auxiliam na comunicação, alertando e avisando sobre as condições e regulamentação do uso da via, fixadas na margem da pista, na posição vertical.



Figura 28: Sinalização vertical.¹⁵

¹⁴ Departamento nacional de estradas de rodagem. **Manual de sinalização rodoviária**. Rio de Janeiro, RJ. P. irreg, 1998, p:25.

¹⁵ Disponível em: <http://t.r4.com.br/templates/centerv/www.centervias.com.br/SUB/detalhe/26698/> . Acesso em 09 de novembro de 2015

2.6.2 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO OBRIGATÓRIA

São placas que tem a função de sinalizar os limites da rodovia, como o de velocidade máxima permitida, dê a preferência, conserve á direita, proibido ultrapassar. Algumas dessas serão empregadas no decorrer do novo trecho proposto.



Figura 29: Placas de regulamentação.¹⁶

2.6.3 PLACAS DE ADVERTÊNCIA

É o tipo de sinalização, responsável por alertar o condutor do percurso da rodovia, com o emprego de placas voltadas a indicar curvas acentuadas, pista sinuosa, drepeções na pista, presença de animais silvestres.

¹⁶ Disponível em: <<http://www.cfcalmada.com.br/?pagina=placas>>. Acesso em 09 de novembro de 2015



Figura 30: Placas de advertência.¹⁷

O emprego do sistema de sinalização aumenta a segurança na rodovia, propiciando um índice de acidente reduzido.

3. CUSTOS PARA VIABILIZAR O EMPREENDIMENTO

3.1 TABELAS DE CUSTOS

Para a construção do novo trecho serão empregadas outras atividades e equipamentos que não foram citados abaixo, com a elaboração do antiprojeto será possível discriminar quase todos os serviços que serão necessários.

As tabelas abaixo mostram somente alguns custos de equipamentos, materiais e transporte dos materiais utilizados para pavimentar uma estrada. Para o cálculo real da obra serão utilizadas várias tabelas que estão disponíveis junto com

¹⁷ Disponível em: < <http://mastersinal.com.br/produtos/placas/>>. Acesso em 09 de novembro de 2015.

as tabelas abaixo. Essas tabelas foram retiradas do SICRO (Sistema de Custos Rodoviários), que é utilizado pelo DNIT para fazer a composição de custos de obras e posteriormente às suas licitações.

Tabela 1: Transporte local com caminhão basculante.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Atividades Auxiliares | | SICRO2 | |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|------------------------------------------|----------------------|
| Custo Unitário de Referência | Mês : Março / 2015 | Minas Gerais | | RCTR0320 | |
| 1 A 00 001 05 - Transp. local c/ basc. 10m3 rodov. não pav (const) | | Produção da Equipe : 197,00 tkm | | <i>(Valores em R\$)</i> | |
| A - Equipamento | Quantidade | Utilização | | Custo Operacional | Custo Horário |
| | | <i>Operativa</i> | <i>Improdutiva</i> | <i>Operativo</i> | <i>Improdutivo</i> |
| E404 - Caminhão Basculante - 10 m3 - 15 t (210 kW) | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 138,47 | 15,77 |
| | | | | Custo Horário de Equipamentos | |
| | | | | | 138,48 |
| | | | | Adc.M.O. - Ferramentas: (0,00 %) | |
| | | | | | 0,00 |
| | | | | Custo Horário de Execução | |
| | | | | | 138,48 |
| | | | | Custo Unitário de Execução | |
| | | | | | 0,70 |
| | | | | Custo Unitário Direto Total | |
| | | | | | 0,70 |
| | | | | Preço Unitário Total | |
| | | | | | 0,70 |

Fonte: SICRO.

Tabela 2: Transporte local com carroceria.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Atividades Auxiliares | | SICRO2 | |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|----------------------|
| Custo Unitário de Referência | Mês : Março / 2015 | Minas Gerais | | RCTR0320 | |
| 1 A 00 001 41 - Transporte local c/ carroceria 4t rodov. não pav. | | Produção da Equipe : 75,00 tkm | | <i>(Valores em R\$)</i> | |
| A - Equipamento | Quantidade | Utilização | | Custo Operacional | Custo Horário |
| | | <i>Operativa</i> | <i>Improdutiva</i> | <i>Operativo</i> | <i>Improdutivo</i> |
| E408 - Caminhão Carroceria - 4 t (115 kW) | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 66,86 | 15,77 |
| | | | | Custo Horário de Equipamentos | |
| | | | | | 66,86 |
| B - Mão-de-Obra | Quantidade | | | Salário-Hora | Custo Horário |
| T701 - Servente | 2,00 | | | 8,46 | 16,93 |
| | | | | Custo Horário da Mão-de-Obra | |
| | | | | | 16,93 |
| | | | | Adc.M.O. - Ferramentas: (15,51 %) | |
| | | | | | 2,63 |
| | | | | Custo Horário de Execução | |
| | | | | | 86,42 |
| | | | | Custo Unitário de Execução | |
| | | | | | 1,15 |
| | | | | Custo Unitário Direto Total | |
| | | | | | 1,15 |
| | | | | Preço Unitário Total | |
| | | | | | 1,15 |

Fonte: SICRO.

Tabela 3: Transporte local com betoneira.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Atividades Auxiliares | | | SICRO2 | |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------|-------------------|------------------|---------------|
| Custo Unitário de Referência | Mês : Março / 2015 | Minas Gerais | | | RCTR0320 | |
| 1 A 00 001 50 - Transporte local c/ betoneira rodov. não pav. | | Produção da Equipe : 129,00 tkm | | | (Valores em R\$) | |
| A - Equipamento | Quantidade | Utilização | | Custo Operacional | | Custo Horário |
| | | Operativa | Improdutiva | Operativo | Improdutivo | |
| E427 - Caminhão Betoneira - 11,5t 5m3 (205 kW) | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 153,29 | 15,77 | 153,30 |
| Custo Horário de Equipamentos | | | | | | 153,30 |
| Adc.M.O. - Ferramentas: (0,00 %) | | | | | | 0,00 |
| Custo Horário de Execução | | | | | | 153,30 |
| Custo Unitário de Execução | | | | | | 1,19 |
| Custo Unitário Direto Total | | | | | | 1,19 |
| Preço Unitário Total | | | | | | 1,19 |

Fonte: SICRO.

Tabela 4: Transporte local CBUQ com caçamba térmica.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Atividades Auxiliares | | | SICRO2 | |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------------|------------------|----------------|
| Custo Unitário de Referência | Mês : Março / 2015 | Minas Gerais | | | RCTR0320 | |
| 1 A 00 002 04 - Transporte Local CBUQ c/ caçamba térmica | | Produção da Equipe : 96,00 tkm | | | (Valores em R\$) | |
| A - Equipamento | Quantidade | Utilização | | Custo Operacional | | Custo Horário |
| | | Operativa | Improdutiva | Operativo | Improdutivo | |
| E401 - Caminhão Carroceria - caminhão c/ caçamba termica (136 kW) | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 101,25 | 15,77 | 101,26 |
| Custo Horário de Equipamentos | | | | | | 101,26 |
| Adc.M.O. - Ferramentas: (20,51 %) | | | | | | 0,00 |
| Custo Horário de Execução | | | | | | 101,26 |
| Custo Unitário de Execução | | | | | | 1,05 |
| F - Transporte de Materiais Produzidos / Comerciais | Toneladas / Unidade de Serviço | | | | | Custo Unitário |
| 1 A 99 004 00 - Mistura betuminosa usinada a quente | 1,0000 | | | | | |
| Custo Unitário Direto Total | | | | | | 1,05 |
| Preço Unitário Total | | | | | | 1,05 |

Observações : Transporte de CBUQ com caçamba térmica

Fonte: SICRO.

Tabela 5: Transporte de água.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Atividades Auxiliares | | SICRO2 | |
|------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------|------------------------------------|-------------|
| Custo Unitário de Referência | Mês: Março / 2015 | Minas Gerais | | RCTR0320 | |
| 1 A 00 202 70 - Transp. local de água c/ cam. tanque rodov. pav. | | Produção da Equipe: 195,00 tkm | | (Valores em R\$) | |
| A - Equipamento | Quantidade | Utilização | | Custo Operacional | |
| | | Operativa | Improdutiva | Operativo | Improdutivo |
| E421 - Caminhão Tanque - 13.000 l (210 kW) | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 140,75 | 15,77 |
| | | | | Custo Horário de Equipamentos | |
| | | | | | 140,76 |
| B - Mão-de-Obra | Quantidade | | | Salário-Hora | |
| T701 - Servente | 1,00 | | | 8,46 | |
| | | | | Custo Horário da Mão-de-Obra | |
| | | | | 8,47 | |
| | | | | Adc.M.O. - Ferramentas: (15,51 %) | |
| | | | | 1,31 | |
| | | | | Custo Horário de Execução | |
| | | | | 150,54 | |
| | | | | Custo Unitário de Execução | |
| | | | | 0,77 | |
| | | | | Custo Unitário Direto Total | |
| | | | | 0,77 | |
| | | | | Preço Unitário Total | |
| | | | | 0,77 | |

Fonte: SICRO.

Tabela 6: fornecimento de Aço CA-50.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Atividades Auxiliares | | SICRO2 | |
|-------------------------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------------|--|
| Custo Unitário de Referência | Mês: Março / 2015 | Minas Gerais | | RCTR0320 | |
| 1 A 00 302 00 - Fornecimento de Aço CA-50 | | Produção da Equipe: 1,00 kg | | (Valores em R\$) | |
| | | | | Adc.M.O. - Ferramentas: (0,00 %) | |
| | | | | 0,00 | |
| | | | | Custo Horário de Execução | |
| | | | | 0,00 | |
| | | | | Custo Unitário de Execução | |
| | | | | 0,00 | |
| C - Material | Quantidade | Unidade | Preço Unitário | Custo Unitário | |
| AM04 - Aço D=6,3 mm CA 50 | 0,5000 | kg | 4,02 | 2,01 | |
| AM05 - Aço D=10 mm CA 50 | 0,5000 | kg | 2,97 | 1,49 | |
| | | | | Custo Total do Material | |
| | | | | 3,50 | |
| | | | | Custo Unitário Direto Total | |
| | | | | 3,50 | |
| | | | | Preço Unitário Total | |
| | | | | 3,50 | |

Fonte: SICRO.

Tabela 7: Areia.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Atividades Auxiliares | | SICRO2 |
|---------------------------------------------|--------------------|------------------------------|----------------|------------------|
| Custo Unitário de Referência | Mês : Março / 2015 | Minas Gerais | | RCTR0320 |
| 1 A 00 716 00 - Areia comercial | | Produção da Equipe : 1,00 m3 | | (Valores em R\$) |
| Adc.M.O. - Ferramentas: (0,00 %) | | | | 0,00 |
| Custo Horário de Execução | | | | 0,00 |
| Custo Unitário de Execução | | | | 0,00 |
| C - Material | Quantidade | Unidade | Preço Unitário | Custo Unitário |
| M704 - Areia lavada | 1,0000 | m3 | 53,23 | 53,23 |
| Custo Total do Material | | | | 53,23 |
| Custo Unitário Direto Total | | | | 53,23 |
| Preço Unitário Total | | | | 53,23 |

Fonte: SICRO.

Tabela 8: Brita.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Atividades Auxiliares | | SICRO2 |
|---------------------------------------------|--------------------|------------------------------|----------------|------------------|
| Custo Unitário de Referência | Mês : Março / 2015 | Minas Gerais | | RCTR0320 |
| 1 A 00 717 00 - Brita Comercial | | Produção da Equipe : 1,00 m3 | | (Valores em R\$) |
| Adc.M.O. - Ferramentas: (0,00 %) | | | | 0,00 |
| Custo Horário de Execução | | | | 0,00 |
| Custo Unitário de Execução | | | | 0,00 |
| C - Material | Quantidade | Unidade | Preço Unitário | Custo Unitário |
| AM35 - Brita 1 | 0,3333 | m3 | 67,54 | 22,51 |
| AM36 - Brita 2 | 0,3333 | m3 | 67,54 | 22,51 |
| AM37 - Brita 3 | 0,3334 | m3 | 67,54 | 22,52 |
| Custo Total do Material | | | | 67,54 |
| Custo Unitário Direto Total | | | | 67,54 |
| Preço Unitário Total | | | | 67,54 |

Fonte: SICRO.

Tabela 9: Destocamento de árvores.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Construção Rodoviária | | | SICRO2 | |
|---------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Custo Unitário de Referência | | Minas Gerais | | | RCTR0320 | |
| Mês : Março / 2015 | | Produção da Equipe : 15,00 und | | | (Valores em R\$) | |
| 2 S 01 010 00 - Destocamento de árvores D=0,15 a 0,30 m | | | | | | |
| A - Equipamento | Quantidade | Utilização | | Custo Operacional | | Custo Horário |
| | | <i>Operativa</i> | <i>Improdutiva</i> | <i>Operativo</i> | <i>Improdutivo</i> | |
| E003 - Trator de Esteiras - com lâmina (259 kW) | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 393,64 | 19,39 | 393,64 |
| | | | | Custo Horário de Equipamentos | | 393,64 |
| B - Mão-de-Obra | Quantidade | Salário-Hora | | | Custo Horário | |
| T501 - Encarregado de turma | 0,50 | 25,19 | | | 12,60 | |
| T701 - Servente | 2,00 | 8,46 | | | 16,93 | |
| | | Custo Horário da Mão-de-Obra | | | 29,53 | |
| | | Adc.M.O. - Ferramentas: (15,51 %) | | | 4,58 | |
| | | Custo Horário de Execução | | | 427,76 | |
| | | Custo Unitário de Execução | | | 28,52 | |
| | | Custo Unitário Direto Total | | | 28,52 | |
| | | Lucro e Despesas Indiretas (29,98 %) | | | 8,55 | |
| | | Preço Unitário Total | | | 37,07 | |

Observações : Especificação de serviço: DNER ES-278.

Fonte: SICRO.

Tabela 10: Sub-base.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Construção Rodoviária | | | SICRO2 | |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------|
| Custo Unitário de Referência | | Minas Gerais | | | RCTR0320 | |
| Mês : Março / 2015 | | Produção da Equipe : 168,00 m3 | | | (Valores em R\$) | |
| 2 S 02 200 00 - Sub-base solo estabilizado granul. s/ mistura | | | | | | |
| A - Equipamento | Quantidade | Utilização | | Custo Operacional | | Custo Horário |
| | | <i>Operativa</i> | <i>Improdutiva</i> | <i>Operativo</i> | <i>Improdutivo</i> | |
| E006 - Motoniveladora - (103 kW) | 1,00 | 0,78 | 0,22 | 150,60 | 19,39 | 121,74 |
| E007 - Trator Agrícola - (74 kW) | 1,00 | 0,52 | 0,48 | 73,39 | 14,54 | 45,15 |
| E013 - Rolo Compactador - pé de carneiro autop. 11,25t vibrat (82 kW) | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 114,28 | 14,54 | 114,29 |
| E101 - Grade de Discos - GA 24 x 24 | 1,00 | 0,52 | 0,48 | 2,78 | 0,00 | 1,45 |
| E105 - Rolo Compactador - de pneus autoprop. 25 t (98 kW) | 1,00 | 0,78 | 0,22 | 126,23 | 14,54 | 101,66 |
| E404 - Caminhão Basculante - 10 m3 - 15 t (210 kW) | 1,49 | 1,00 | 0,00 | 138,47 | 15,77 | 206,33 |
| E407 - Caminhão Tanque - 10.000 l (210 kW) | 2,00 | 0,54 | 0,46 | 139,80 | 15,77 | 165,50 |
| | | Custo Horário de Equipamentos | | | 756,12 | |
| B - Mão-de-Obra | Quantidade | Salário-Hora | | | Custo Horário | |
| T511 - Encarreg. de pavimentação | 1,00 | 36,32 | | | 36,33 | |
| T701 - Servente | 3,00 | 8,46 | | | 25,40 | |
| | | Custo Horário da Mão-de-Obra | | | 61,73 | |
| | | Adc.M.O. - Ferramentas: (15,51 %) | | | 9,57 | |
| | | Custo Horário de Execução | | | 827,43 | |
| | | Custo Unitário de Execução | | | 4,93 | |
| D - Atividades Auxiliares | Quantidade | Unidade | Preço Unitário | Custo Unitário | | |
| 1 A 01 100 01 - Limpeza camada vegetal em jazida (const e restr.) | 0,7000 | m2 | 0,42 | 0,30 | | |
| 1 A 01 105 01 - Expurgo de jazida (const e restr) | 0,2000 | m3 | 2,22 | 0,44 | | |
| 1 A 01 120 01 - Escav. e carga de mater. de jazida(const e restr) | 1,1500 | m3 | 3,30 | 3,80 | | |
| | | Custo Total das Atividades | | | 4,54 | |
| F - Transporte de Materiais Produzidos / Comerciais | Toneladas | Unidade de Serviço | | | Custo Unitário | |
| 1 A 01 120 01 - Escav. e carga de mater. de jazida(const e restr) | 1,8400 | | | | | |

Fonte: SICRO.

Tabela 11: Compactação.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Construção Rodoviária | | | SICRO2 |
|-------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|-------------|-------------------------------|------------------|
| Custo Unitário de Referência | Mês : Março / 2015 | Minas Gerais | | | RCTR0320 |
| 2 S 03 940 01 - Reaterro e compactação | | Produção da Equipe : 1,50 m3 | | | (Valores em R\$) |
| A - Equipamento | Quantidade | Utilização | | Custo Operacional | Custo Horário |
| | | Operativa | Improdutiva | Operativo | Improdutivo |
| E906 - Compactador Manual - soquete vibratório (2 kW) | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 19,22 | 14,54 |
| | | | | Custo Horário de Equipamentos | |
| | | | | | 19,22 |
| B - Mão-de-obra | Quantidade | Salário-Hora | | | Custo Horário |
| T501 - Encarregado de turma | 0,10 | 25,19 | | | 2,52 |
| T701 - Servente | 1,50 | 8,46 | | | 12,70 |
| | | Custo Horário da Mão-de-obra | | | 15,22 |
| | | Adc.M.O. - Ferramentas: (20,51 %) | | | 3,12 |
| | | Custo Horário de Execução | | | 37,56 |
| | | Custo Unitário de Execução | | | 25,04 |
| | | Custo Unitário Direto Total | | | 25,04 |
| | | Lucro e Despesas Indiretas (29,98 %) | | | 7,51 |
| | | Preço Unitário Total | | | 32,55 |

Fonte: SICRO.

Tabela 12: Sarjeta.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Construção Rodoviária | | | SICRO2 |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Custo Unitário de Referência | Mês : Março / 2015 | Minas Gerais | | | RCTR0320 |
| 2 S 04 900 01 - Sarjeta triangular de concreto - STC 01 | | Produção da Equipe : 1,00 m | | | (Valores em R\$) |
| A - Equipamento | Quantidade | Utilização | | Custo Operacional | Custo Horário |
| | | Operativa | Improdutiva | Operativo | Improdutivo |
| E404 - Caminhão Basculante - 10 m3 - 15 t (210 kW) | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 138,47 | 15,77 |
| | | | | Custo Horário de Equipamentos | |
| | | | | | 0,00 |
| B - Mão-de-obra | Quantidade | Salário-Hora | | | Custo Horário |
| T501 - Encarregado de turma | 0,29 | 25,19 | | | 7,31 |
| | | Custo Horário da Mão-de-obra | | | 7,31 |
| | | Adc.M.O. - Ferramentas: (15,51 %) | | | 1,13 |
| | | Custo Horário de Execução | | | 8,44 |
| | | Custo Unitário de Execução | | | 8,44 |
| C - Material | Quantidade | Unidade | Preço Unitário | Custo Unitário | |
| M101 - Cimento asfáltico CAP 50/70 | 0,0003 | t | 0,00 | 0,00 | |
| | | | | Custo Total do Material | |
| | | | | 0,00 | |
| D - Atividades Auxiliares | Quantidade | Unidade | Preço Unitário | Custo Unitário | |
| 1 A 01 120 01 - Escav. e carga de mater. de jazida(const e restr) | 0,2500 | m3 | 3,30 | 0,83 | |
| 1 A 01 412 01 - Concreto fck=15MPa contr raz uso geral conf e lanç | 0,1190 | m3 | 228,32 | 27,17 | |
| 1 A 01 790 02 - Guia de madeira - 2,5 x 10,0 cm | 0,0385 | m | 3,08 | 0,12 | |
| 1 A 01 890 01 - Escavação manual em material de 1a categoria | 0,2500 | m3 | 33,65 | 8,41 | |
| | | | | Custo Total das Atividades | |
| | | | | 36,53 | |
| F - Transporte de Materiais Produzidos / Comerciais | Toneladas | Unidade de Serviço | Custo Unitário | | |
| 1 A 01 120 01 - Escav. e carga de mater. de jazida(const e restr) | 0,3250 | | | | |
| | | | Custo Unitário Direto Total | | |
| | | | 44,97 | | |
| | | | Lucro e Despesas Indiretas (29,98 %) | | |
| | | | 13,48 | | |
| | | | Preço Unitário Total | | |
| | | | 58,45 | | |

Fonte: SICRO.

Tabela 13: Caixa coletora.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Construção Rodoviária | | SICRO2 |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Custo Unitário de Referência | Mês : Março / 2015 | Minas Gerais | | RCTR0320 |
| 2 S 04 930 01 - Caixa coletora de sarjeta - CCS 01 | | Produção da Equipe: 1,00 und | | (Valores em R\$) |
| B - Mão-de-Obra | Quantidade | | Salário-Hora | Custo Horário |
| T501 - Encarregado de turma | 12,90 | | 25,19 | 325,04 |
| | | | Custo Horário da Mão-de-Obra | 325,04 |
| | | | Adc.M.O. - Ferramentas: (15,51 %) | 50,41 |
| | | | Custo Horário de Execução | 375,45 |
| | | | Custo Unitário de Execução | 375,45 |
| D - Atividades Auxiliares | Quantidade | Unidade | Preço Unitário | Custo Unitário |
| 1 A 01 401 01 - Forma comum de madeira | 8,1200 | m2 | 61,19 | 496,87 |
| 1 A 01 412 01 - Concreto fck=15MPa contr raz uso geral conf e lanç | 2,2000 | m3 | 228,32 | 502,30 |
| | | | Custo Total das Atividades | 999,17 |
| | | | Custo Unitário Direto Total | 1.374,62 |
| | | | Lucro e Despesas Indiretas (29,98 %) | 412,11 |
| | | | Preço Unitário Total | 1.786,73 |

Observações : Especificação de serviço: DNER-ES-287.
O transporte deve ser calculado na fase de orçamento, com as distâncias médias de transporte de cada trecho, utilizando-se as composições de momentos de transporte do SICRO2.

Fonte: SICRO.

Tabela 14: Dissipador de energia.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Construção Rodoviária | | SICRO2 |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Custo Unitário de Referência | Mês : Março / 2015 | Minas Gerais | | RCTR0320 |
| 2 S 04 950 22 - Dissipador de energia - DEB 02 | | Produção da Equipe: 1,00 und | | (Valores em R\$) |
| B - Mão-de-Obra | Quantidade | | Salário-Hora | Custo Horário |
| T501 - Encarregado de turma | 3,70 | | 25,19 | 93,23 |
| | | | Custo Horário da Mão-de-Obra | 93,23 |
| | | | Adc.M.O. - Ferramentas: (15,51 %) | 14,46 |
| | | | Custo Horário de Execução | 107,69 |
| | | | Custo Unitário de Execução | 107,69 |
| D - Atividades Auxiliares | Quantidade | Unidade | Preço Unitário | Custo Unitário |
| 1 A 00 901 01 - Alvenaria de pedra argamassada | 1,5300 | m3 | 162,43 | 248,52 |
| 1 A 01 401 01 - Forma comum de madeira | 0,5190 | m2 | 61,19 | 31,76 |
| 1 A 01 412 01 - Concreto fck=15MPa contr raz uso geral conf e lanç | 0,7990 | m3 | 228,32 | 182,43 |
| 1 A 01 890 01 - Escavação manual em material de 1a categoria | 1,9700 | m3 | 33,65 | 66,29 |
| 1 A 01 893 01 - Compactação manual | 0,3000 | m3 | 12,81 | 3,84 |
| | | | Custo Total das Atividades | 532,83 |
| | | | Custo Unitário Direto Total | 640,52 |
| | | | Lucro e Despesas Indiretas (29,98 %) | 192,03 |
| | | | Preço Unitário Total | 832,55 |

Observações : Especificação de serviço: DNER-ES-287.
O transporte deve ser calculado na fase de orçamento, com as distâncias médias de transporte de cada trecho, utilizando-se as composições de momentos de transporte do SICRO2.

Fonte: SICRO.

Tabela 15: Poço de visita.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Construção Rodoviária | | SICRO2 |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|
| Custo Unitário de Referência | | Minas Gerais | | RCTR0320 |
| Mês : Março / 2015 | | Produção da Equipe : 1,00 und | | (Valores em R\$) |
| 2 S 04 963 01 - Poço de visita - PVI 01 | | | | |
| B - Mão-de-Obra | Quantidade | Salário-Hora | | Custo Horário |
| T501 - Encarregado de turma | 10,64 | 25,19 | | 268,09 |
| | | | | Custo Horário da Mão-de-Obra |
| | | | | 268,09 |
| | | | | Adc.M.O. - Ferramentas: (15,51 %) |
| | | | | 41,58 |
| | | | | Custo Horário de Execução |
| | | | | 309,67 |
| | | | | Custo Unitário de Execução |
| | | | | 309,67 |
| D - Atividades Auxiliares | Quantidade | Unidade | Preço Unitário | Custo Unitário |
| 1 A 01 401 01 - Forma comum de madeira | 6,0200 | m2 | 61,19 | 368,37 |
| 1 A 01 415 01 - Concr estr fck=15MPa contr raz uso ger conf e lanç | 1,7400 | m3 | 228,32 | 397,27 |
| 1 A 01 580 02 - Fornecimento, preparo e colocação formas aço CA 50 | 17,0000 | kg | 7,07 | 120,24 |
| | | | | Custo Total das Atividades |
| | | | | 885,88 |
| | | | | Custo Unitário Direto Total |
| | | | | 1.195,55 |
| | | | | Lucro e Despesas Indiretas (29,98 %) |
| | | | | 358,43 |
| | | | | Preço Unitário Total |
| | | | | 1.553,98 |

Observações : Especificação de serviço: DNER-ES-287.
O transporte deve ser calculado na fase de orçamento, com as distâncias médias de transporte de cada trecho, utilizando-se as composições de momentos de transporte do SICRO2.

Fonte: SICRO.

Tabela 16: CBUQ.

| DNIT - Sistema de Custos Rodoviários | | Restauração Rodoviária | | SICRO2 |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|
| Custo Unitário de Referência | | Minas Gerais | | RCTR0320 |
| Mês : Março / 2015 | | Produção da Equipe : 75,00 t | | (Valores em R\$) |
| 5 S 02 540 01 - Conc. betumin.usinado a quente - capa de rolamento | | | | |
| A - Equipamento | Quantidade | Utilização | | Custo Operacional |
| | | Operativa | Improdutiva | Operativo Improdutivo |
| E007 - Trator Agrícola - (74 kW) | 1,00 | 0,27 | 0,73 | 73,39 |
| E102 - Rolo Compactador - Tanden vibrat. autoprop. 10,2t (82 kW) | 1,00 | 0,66 | 0,34 | 113,08 |
| E105 - Rolo Compactador - de pneus autoprop. 25 t (98 kW) | 2,00 | 0,32 | 0,68 | 126,23 |
| E107 - Vassoura Mecânica - rebocável | 1,00 | 0,27 | 0,73 | 4,66 |
| E149 - Vibro-acabadora de Asfalto - sobre esteiras (82 kW) | 1,00 | 0,89 | 0,11 | 148,76 |
| E404 - Caminhão Basculante - 10 m3 - 15 t (210 kW) | 1,70 | 1,00 | 0,00 | 138,47 |
| | | | | Custo Horário de Equipamentos |
| | | | | 581,80 |
| B - Mão-de-Obra | Quantidade | Salário-Hora | | Custo Horário |
| T511 - Encarreg. de pavimentação | 1,00 | 36,32 | | 36,33 |
| T701 - Servente | 8,00 | 8,46 | | 67,74 |
| | | | | Custo Horário da Mão-de-obra |
| | | | | 104,06 |
| | | | | Adc.M.O. - Ferramentas: (15,51 %) |
| | | | | 16,14 |
| | | | | Custo Horário de Execução |
| | | | | 702,00 |
| | | | | Custo Unitário de Execução |
| | | | | 9,36 |
| D - Atividades Auxiliares | Quantidade | Unidade | Preço Unitário | Custo Unitário |
| 1 A 01 390 02 - Usinagem de CBUQ (capa de rolamento) | 1,0000 | t | 47,26 | 47,26 |
| | | | | Custo Total das Atividades |
| | | | | 47,26 |
| E - Transporte de Materiais | Toneladas / Unidade de Serviço | | | Custo Unitário |
| M101 - Cimento asfáltico CAP 50/70 | 0,0550 | | | |
| M905 - Filler | 0,0280 | | | |
| F - Transporte de Materiais Produzidos / Comerciais | Toneladas / Unidade de Serviço | | | Custo Unitário |

Fonte: SICRO.

3.2 CUSTO APROXIMADO DA OBRA

O custo dessa obra será calculado pelo DNIT utilizando o SICRO, são inúmeros serviços e materiais que serão empregados na construção dessa estrada. Os cálculos são feitos detalhadamente, discriminando a quantidade e o valor de cada serviço e de cada material, a quantidade e os valores estarão disponíveis nas planilhas que compõe a licitação.

O custo real da obra será calculado com o projeto da rodovia em mãos. Antes de fazer todos os estudos necessários e confeccionar esse projeto, é possível estimar um custo para essa obra utilizando às anteriores como referência. Aproximadamente, serão gastos sete milhões e quinhentos mil reais para regularizar e pavimentar esse trecho e quatro milhões de reais na construção da ponte. O desmatamento, retirada de material e limpeza que serão feitos em dois trechos também geram gastos que são inclusos no custo da obra, estima-se que essa obra tenha o valor total de treze milhões de reais aproximadamente.

4. CONCLUSÃO

Utilizando informações como o custo aproximado para construir o novo traçado e o levantamento da área onde será preciso retirar elementos da flora, fica visível a viabilidade da implantação de um novo traçado da BR-474 para retirar o tráfego de dentro da reserva Feliciano Miguel Abdala.

O novo traçado atende as condições impostas pela SUPRAM, dentre elas, a diminuição de impactos ambientais principalmente, fica 100 metros menor do que o traçado atual e proporciona mais segurança, dando maior visibilidade aos usuários da rodovia pelo fato de ter curvas menos acentuadas em seu percurso em relação ao segmento atual da estrada. A ideia foi do próprio órgão ambiental de fazer esse desvio da reserva, portanto a abertura desse segmento garante ao DNIT as licenças necessárias para executar essa obra.

O custo estimado para fazer esse desvio não eleva o valor da obra à ponto de descartar essa hipótese como foi dito anteriormente pelo órgão federal responsável pelas estradas do nosso país. A diferença de valores para cortar a terra nos pontos onde não existem estradas vicinais é compensada quando comparada aos valores gastos em desmatamento em relação ao segmento atual, onde seria necessário um gasto maior com esse serviço para deixar a estrada com largura suficiente para receber o asfalto e outras adequações que seriam necessárias.

Os valores estimados foram encontrados levando em consideração os preços de materiais e serviços do ano de 2015.

Conclui-se a viabilidade da implantação e pavimentação de um novo traçado da BR-474 visando à comodidade, segurança e conforto que trará aos usuários da rodovia, os custos dessa obra não serão onerados em relação ao proposto pelo DNIT anteriormente, que foi manter o segmento atual e pavimentá-lo, a diminuição de impactos ambientais é considerável como foi previsto pela SUPRAM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTAS, Paulo Mendes. **Estradas: projeto geométrico e de terraplenagem**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE-DNIT. **Manual de sinalização rodoviária**. Rio de Janeiro, RJ, 1999.

DER/SP. ET-DE-P00/001-**Melhorias e preparo do subleito**. Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo, São Paulo, SP, 2005.

DER/SP. ET-DE-P00/002.**Reforço do subleito**. Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo, São Paulo, SP, 2005.

DNER (1990) **Manual de Drenagem de Rodovias**. Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Instituto de Pesquisa Rodoviária, 3º edição, Rio de Janeiro.

DNER (2006). **Manual de Pavimentação**. Ministério dos transportes, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico, Divisão de Capacitação. ed 3º, Rio de Janeiro.

DNER(1996) **Manual de projetos de obras-de-artes especiais**. Ministério dos transportes, departamento nacional de estradas de rodagem, diretoria de desenvolvimento tecnológico, divisão de capacitação tecnológica. Rio de Janeiro. RJ

DNER. ES 280/97 **Terraplenagem – cortes**, Rio de Janeiro, Departamento de Estradas e Rodagem, Ministério dos transportes, Brasil. 1997.

DNIT. Manual de pavimentação. Rio de Janeiro, Departamento Nacional de InfraEstrutura de transporte, Diretoria de Planejamento e Pesquisa, Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, IPR – Publicação 719, 2006.

Lei nº12.561 de 25 de Maio de 2012 – Presidente da República. art.3º, VIII, b.
MACHADO, Carlos Cardoso. **Estradas rurais e florestais**. Viçosa: O editor, 2013.

MICHELIN, Renato G. **Drenagem Superficial e Subterrânea de Estradas**. Editora Multibri Ltda, 2º ed, Porto Alegre, RS.

SENÇO, Wlastermilr de. **Manual de técnicas de pavimentação**, volume II, São Paulo: Pini, 2001.

SOUZA, M. L. **Pavimentação rodoviária**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 1980.

OUTRAS REFERÊNCIAS

Vazlon brasil locação de maquinas. Disponível em: <<http://br.vazlon.com/locacao-de-caminhao-comboio-abastecedor-de-diesel>>. Acesso em 10 de novembro de 2015.

Pelotas caminhões pipas. Disponível em: www.caminhaopipapelotas.com.br. Acesso em 10 de novembro de 2015

Curso de maquinas, Disponível em: <www.cursodemaquinas.com.br/curso-de-colheitadeira/>. Acesso em 10 de novembro de 2015.

Jhon deere equipamento Disponível em:<www.deere.com.br/pt_BR/products/equipment/wheel_loaders/wheel_loaders.page>. Acesso em 10 de novembro de 2015.

Facilit locação e serviços em geral. Disponível em: <www.grupodovale.com/equipamentos>. Acesso em 10 de novembro de 2015

Sofatima.net..Disponível em: <http://sofatima.net/blog/2013/07/29/fatima-e-mais-25-cidades-da-regiao-foram-selecionada-para-receberem-caminhao-cacamba/>. Acesso em 10 de novembro de 2015.

Jhon deere equipamento Disponível em:
https://www.deere.com.br/pt_BR/products/equipment/motor_graders/motor_graders.page. Acesso em 10 de novembro de 2015.

Diniz terraplanagem. Disponível em: www.dinizterraplanagem.com.br/servicos . Acesso em 10 de novembro de 2015

Clube do concreto. Disponível em:www.clubedoconcreto.com.br/2015/01/curso-operacao-de-caminhao-munck-parte-1.html; acesso em 10 de novembro de 2015.

Walte manutenções, Disponível em:<www.waltecmanutencao.com/terra.php#locret>. Acesso em 10 de novembro de 2015.