



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

José Antônio da Silva

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS MODALIDADES DE PAVIMENTAÇÃO:
Concreto Betuminoso Usinado a Quente -CBUQ e Bloco Sextavado de Concreto
Simples**

Palmas – TO
2018

José Antônio da Silva

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS MODALIDADES DE PAVIMENTAÇÃO:
Concreto Betuminoso Usinado a Quente -CBUQ e Bloco Sextavado de Concreto Simples**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Msc. Murilo de Pádua Marcolini

Palmas – TO
2018

José Antônio da Silva

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS MODALIDADES DE PAVIMENTAÇÃO:
Concreto Betuminoso Usinado a Quente -CBUQ e Bloco Sextavado de Concreto Simples**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Msc. Murilo de Pádua Marcolini

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Msc. Murilo de Pádua Marcolini
Orientador
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. Esp. Tailla Alves Cabral Brito
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO
2018

A quem dedico.

A busca pela concretização de um grande sonho vem acompanhada de inúmeros obstáculos, sacrifícios e de um constante sentimento de recomeço. Esse misto de angústia, alegria, incertezas e finalmente vitórias, foi sempre compartilhado com pessoas queridas e que indiscutivelmente contribuíram de forma decisiva para essa vitória.

Aos meus pais José e Maria, a minha esposa e filhos e ao meu neto, que meu esforço sirva como exemplo, para que ele saiba importância da luta e da vitória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter sempre me dado forças para jamais desistir diante das dificuldades.

A minha família que sempre me apoiaram e compreenderam minhas ausências quando necessário no decorrer da trajetória.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação.

Aos colegas de curso que foram presença marcante durante a caminhada, e que para não haver escolhidos e nem esquecidos, não cito nomes, mais que serão para sempre lembrados como colegas que tiveram em muitas situações atitudes de verdadeiros amigos.

E finalmente a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação, a vocês fica o meu sincero muito obrigado.

“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado”.

Roberto Shinyashiki

RESUMO

SILVA, José Antônio da. **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS MODALIDADES DE PAVIMENTAÇÃO: concreto betuminoso usinado a quente -CBUQ e bloco sextavado de concreto simples**, 2018. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

Dentro da estrutura da engenharia civil, a pavimentação é um capítulo de destaque, a partir desta compreensão, buscou-se com esse projeto, realizar um comparativo entre duas modalidades de pavimentação dentre as existentes, determinando a mais adequada para ser executada em um pátio de manobra, localizada no Posto Recreio, no município de Brasilândia no Estado do Tocantins. Desta forma, foi realizado um breve levantamento histórico sobre os tipos de pavimentos, acentuando na análise as variações de material dentro do tipo de pavimento flexível, especificando em cada um, suas vantagens e desvantagens e a alternativa de sua aplicação, não esquecendo os materiais que atuam diretamente na qualidade destes pavimentos. Utilizou-se para a confecção do trabalho bibliografias existentes em bancos de dados físicos e virtuais, levando em consideração autores que pertençam a esfera da engenharia, especificamente na pavimentação. O resultado do estudo contribui para um julgamento técnico sobre a eficácia dos dois tipos de pavimentação e possibilitou a escolha do mais adequado para o empreendimento.

Palavras chaves: pavimentação, CBUQ, bloco sextavado, intertravado.

ABSTRACT

SILVA, José Antônio da. COMPARATIVE STUDY BETWEEN PAVING MODALITIES: hot-bituminous concrete -HMA and hexagonal block of simple concrete, 2018. 30 f. Course Completion Work (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas / TO, 2018.

Within the structure of civil engineering, paving is an important chapter, from this understanding, we sought with this project, to make a comparison between two types of paving of existing ones, determining the most adequate to be executed in a courtyard of maneuver, located at Posto Recreio, in the municipality of Brasilândia in the State of Tocantins. In this way, a brief historical survey was carried out on the types of pavements, emphasizing in the analysis the material variations within the type of flexible pavement, specifying in each one its advantages and disadvantages and the alternative of its application, not forgetting the materials that they act directly on the quality of these floors. Bibliographies existing in physical and virtual databases were used for the preparation of the work, taking into account authors who belong to the sphere of engineering, specifically in the paving. The result of the study contributes to a technical judgment about the effectiveness of the two types of paving and enabled the choice of the most suitable for the enterprise.

Keywords: paving, HMA, hexagonal block, interlocking.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Seção Transversal Típica de Pavimento Flexível	24
Figura 2: Aplicação de CBUQ na cidade de Palmas-TO	25
Figura 3: Aplicação de CBUQ na cidade de Palmas-TO	25
Figura 4: Aplicação de pavimentação rígida.	26
Figura 5: Seção - típica de pavimento rígido.....	27
Figura 6: Distribuição de pressões em estruturas de pavimento. Fonte: Balbo, (1993).....	28
Figura 8: Localização da cidade de Brasilândia do Tocantins (fonte: Google Maps).....	32
Figura 9: Consistência da camada granular acima do subleito a cargo do CBR – CURVA – B	35
Figura 14: Pavimentação em bloco sextavado de concreto simples no pátio de manobra do posto Recreio na cidade de Brasiândia do Tocatins – TO.....	44
Figura 15: : Pavimentação em bloco sextavado de concreto simples no pátio de manobra do posto Recreio na cidade de Brasiândia do Tocatins - TO	45

LISTA DE TABLEAS

Tabela 1: Comparação entre pavimentos rígidos e flexíveis.....	30
Tabela 2: Testes geotécnicos para subleito nativo.....	36
Tabela 3: Custo de implantação.....	41
Tabela 4: Deformações permanentes.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
IPR	Instituto de pesquisas Rodoviárias
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
CBUQ	Concreto betuminoso usinado a quente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.2 HIPÓTESES	15
1.3 OBJETIVOS	15
1.3.1 OBJETIVO GERAL	15
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1- PAVIMENTAÇÃO	18
2.1.1- BREVE RELATO HISTÓRICO	18
2.1.2- DEFININDO PAVIMENTAÇÃO	20
2.2- MATERIAIS EMPREGADOS NA PAVIMENTAÇÃO	21
2.2.1 SOLO	22
2.2.2 – SUB-LEITO	22
2.3 – TIPOS DE PAVIMENTOS	23
2.3.1- PAVIMENTO FLEXÍVEL	23
2.3.2 – PAVIMENTO RÍGIDO	25
2.3. 3. PAVIMENTOS DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND (SEXTAVADO)	27
2.4 COMPARAÇÃO ENTRE PAVIMENTAÇÃO FLEXÍVEL E RÍGIDA	28
3. METODOLOGIA.....	32
3.1. LOCALIZAÇÃO	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1. PAVIMENTO FLEXÍVEL	34
4.2 SERVIÇOS DE CAMPO	36
4.3 SERVIÇOS TÉCNICOS	37
4.4 ESPÉCIES DE CIRCULAÇÃO	38
4.5 AS ESPESSURAS.....	38
4.6 FRAGILIDADES DA ESCOLHA DO PAVIMENTO	39
4.7 FALHAS NA MALHA	40
4.8 ANÁLISE COMPARATIVA.....	40
4.8.1 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	40
4.8.2 PRAZO DE EXECUÇÃO.....	41
4.8.3 VIDA ÚTIL	42

4.8.4 PASSIVO ECOLÓGICO.....	42
4.8.5 MANUTENÇÃO PAVIMENTO ASFÁLTICO	42
4.8.6 MANUTENÇÃO BLOCO INTERTRAVADO	43
4.9 IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	44
5. CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS	47
ANEXO I – PLANILHA DE CUSTO PARA PAVIMENTAÇÃO EM CBUQ.....	50
ANEXO II – PLANILHA DE CUSTO PARA PAVIMENTAÇÃO EM BLOCO SEXTAVADO DE CONCRETO SIMPLES.....	53

1 INTRODUÇÃO

O homem durante a sua evolução buscou métodos e fórmulas para melhorar sua qualidade de vida, dentre elas, a maneira como ele trafega de um lugar para o outro, investindo em estradas cada vez melhores.

A história da pavimentação está relacionada a própria história da humanidade, passando pelos povoamentos, conquistas territoriais, urbanização e desenvolvimento. Desta forma, as técnicas de pavimentação evoluíram e tendem a continuar a evoluir conforme o desenvolvimento dos meios de transporte terrestre.

Entende-se por pavimento uma estrutura composta por camadas sobrepostas, formadas por diferentes materiais compactados, visando atender ao tráfego de maneira durável e ao mínimo custo possível. A camada superior do pavimento, denominada revestimento, é destinada a resistir diretamente as ações do tráfego, além de propiciar conforto e segurança à população.

Considerando-se a extensão territorial brasileira, a falta de pavimento em várias regiões e a dificuldade em adquirir material pétreo, tornou-se imprescindível a utilização de materiais encontrados na região de cada obra. Como solução alternativa foram empregadas, durante algumas décadas, bases de solo-cimento que são de elevado custo, para a realidade econômica brasileira.

A falta de recursos financeiros associada à necessidade de implantação rápida e em grande escala de rodovias e pavimentos urbanos, levaram à busca de novas alternativas visando uma considerável redução nos custos dos pavimentos.

No início da década de 70, diante do bom desempenho de bases executadas com solos locais, houve um incremento no emprego da tecnologia de pavimentação de baixo custo, mediante um esboço de estradas vicinais desenvolvido pelo DER/SP (VILLIBOR et al, 2009)

Tecnicamente pode-se classificar os pavimentos em três grupos distintos, o pavimento flexível, onde a camada de rolamento pode se adaptar à deformação da base quando solicitada, o pavimento rígido, onde o revestimento é constituído de concreto de cimento, e o pavimento semirrígido que apresenta uma deformidade maior que o rígido porém menor que o flexível.

Nesse trabalho optou-se por uma análise comparativa entre dois pavimentos flexíveis, o concreto betuminoso usinado a quente -CBUQ e bloco sextavado de concreto simples, onde

buscou-se determinar a melhor opção a ser aplicada em um caso específico, em um pátio de manobra, localizado no posto Recreio no município de Brasilândia, no Estado do Tocantins.

A melhor opção, em se tratando de aplicação de recursos, nem sempre é de fácil determinação, devendo levar em conta não apenas os gastos iniciais com a obra, mas também tempo de conservação, necessidade de manutenção, conforto e com certeza o embelezamento de uma cidade que prima por sua imagem, causando uma discussão sobre a escolha entre uma ou outra modalidade de pavimentação para casos específicos e não generalizados.

1.2 HIPÓTESES

A última camada da pavimentação destina-se ao mesmo tempo proteger as camadas inferiores e proporcionar ao usuário um maior conforto no uso da via. Esta, pode ser construída em diversos materiais e técnicas, diferindo em preço, tempo de execução, resultado entre outras características.

Então a escolha do tipo de pavimentação deve ser levada em consideração a partir dos diversos pontos analisados, sendo que a possibilidade de união entre conforto do usuário e um baixo custo seria a solução ideal para esse questionamento.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo é uma análise comparativa entre os pavimentos flexíveis de concreto betuminoso usinado a quente -CBUQ e o bloco sextavado de concreto simples, determinando a melhor alternativa a ser utilizada, considerando-se os custos, a disponibilidade de recursos e a utilização pretendida, visando principalmente o custo benefício.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar um comparativo entre concreto betuminoso usinado a quente -CBUQ e bloco sextavado de concreto simples, determinando os custos de cada modalidade.

Verificar o tempo de vida útil e o custo de manutenção entre as duas modalidades.

Identificar, dentre as duas modalidades, a melhor a ser aplicada no pátio de manobras do Posto Recreio, localizado no município Brasilândia - TO.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Bernucci *et al.* (2006), pavimento é um arranjo de inúmeras categorias de densidade limitada, edificada em cima da face terminal de terraplenagem, reservada técnica e economicamente a reagir ao trabalho proveniente da movimentação automobilística e climática, e a assegurar aos usuários progresso nas situações de rolagem, com proteção, contenção e forma.

A engenharia civil, que por assumir a responsabilidade de ser a ciência do ordenamento urbano, assume também para si todo um histórico ligado ao comportamento humano no mundo. Na pré-história era inicialmente ligada à necessidade de abrigo e proteção contra animais ferozes e fenômenos da natureza, mas conforme as comunidades evoluíam e ampliavam seus conhecimentos, a engenharia civil passou a ter importância na segurança contra inimigos humanos (LARISSA, 2012).

São inúmeras as obras remanescentes que evidenciam o desenvolvimento da engenharia civil por toda extensão dos tempos. Os documentos escritos destas construções, se perderam no decorrer dos tempos. Grandes obras de engenharia surgiram para mais de cinco mil anos na Mesopotâmia, mesmo existindo poucos edifícios remanescentes. Os sumérios que habitavam a região edificaram muros e templos e construíram canais para irrigação. Na mesma região surgiu a pavimentação, feita com pedras achatadas colocadas nos trajetos mais movimentados das cidades (MOURA, 2014).

Ainda segundo Moura (2014), como referência para a história ocidental, pode-se citar o Império Romano onde surgiu novas técnicas construtivas, sobretudo desde imensa oferta de matérias-primas e trabalho escravo. Embora não tenha grande ligação com a ciência as grandes obras da engenharia romana eram voltadas sobretudo para bens públicos, como aquedutos, portos, mercados, pontes, barragens e estradas. Os romanos datam como os primeiros a lançar mão de concreto em suas obras, quando é notável que a mistura formada principalmente por cinzas vulcânicas solidificava-se e dava origem a um material tão duro quanto as rochas.

O termo “engenharia civil” apareceu no Brasil ainda no período colonial. Mas somente depois da chegada da família real portuguesa, em 1808, foi edificada a primeira escola de engenharia brasileira: a da Real Academia Militar do Rio de Janeiro. Com poucas modificações ao no decurso de anos, essa escola se dividiu em duas: O Instituto Militar de Engenharia, que

conservava ideais basicamente militares; e a Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, voltada para averiguação e as engenharias (JUNIOR, 2018).

A engenharia civil se desenvolveu progressivamente no país, atingindo relativa popularidade. Ao longo da gestão Vargas, o Brasil era considerado um dos especialistas na tecnologia do concreto armado. Na época da ditadura militar, entretanto, houve uma relativa retração no setor da construção (LARISSA, 2012).

Em face a isto, chega-se ao pavimento asfáltico, um feito da humanidade que conferiu modernidade – embora os seus mais antigos exemplos, datem de a.C.

Em terras brasileiras, BITTENCOURT (1958) exhibe uma espetacular sùmula desse relato a partir dos primórdios da civilização organizada até o início do século XX. Evidencia-se da mesma forma o trabalho de PREGO (2001) em pôr fim a ação começada em 1994 pela Associação Brasileira de Pavimentação, através de sua Comissão para Elaborar a Memória da Pavimentação, elegendo a priori o engenheiro Murillo Lopes de Souza para redigir o documento.

Conforme BITTENCOURT (1958) existem várias bases consagradas de vias edificadas na antiguidade e que serviam à Assíria (reino também na Mesopotâmia) e à Babilônia, assim como antigos caminhos da Índia, China, ainda aqueles considerados apenas destinos, e notificados por meio de pesquisas arqueológicas, de historicidade, agriculturas e Pavimentação asfáltica: base bibliográfica para engenheiros linguísticos.

Da mesma maneira a própria arquitetura, ramificação da engenharia civil, não pode abrir mão da visão histórica para acompanhar a sua evolução ao longo tempo e a apropriação tecnologia em nome de reduzir custos e impactos sobre o ambiente na extração de matéria-prima.

2.1- PAVIMENTAÇÃO

2.1.1- BREVE RELATO HISTÓRICO

Pensar sobre pavimentação não permite que iniciamos com métodos motivos e cálculos, existe a urgência de se analisar, quando e porque a humanidade começou a gastar seu tempo, recursos e intelecto para criar essa estrutura, por este motivo deve-se visualizar quando e porque teve início esse artifício de melhorar acessos e vias.

Há diversos relatos de calçamento e criação de estradas principalmente para transporte de materiais no antigo Egito.

Partindo da experiência da Inglaterra, Escócia e França, das províncias de Portugal, MASCARENHAS NETO (1790) possui um Tratado para concepção de estradas, base de dados para o meio rodoviário, relatando o conjunto de províncias do reino da época, o solo ou as minas, o saibro, o tufo, terras calcárias e arenosas, construindo em Portugal vias com menores gastos do que na Inglaterra e na França.

Naquela época já existia acentuada apreensão com aspectos que ainda hoje são importantes no que se refere as condições favoráveis a pavimentação, tais como: drenagem, erosão, distância, compactação, sobrecarga, liberdade e marcação.

Segundo Chevallier (1976) junto com outros autores destacam estradas e civilizações, demonstrando que o revestimento, mesmo rudimentar da época, exerciam destaque na importância destas civilizações e a manutenção delas. Apontando a inexistência de edificações que servisse de modelo as vias romanas, embora semelhanças compartilhadas fossem identificadas.

As civilizações recentes também viram na construção e pavimentação de estradas um importante artifício de apoio ao desenvolvimento do país, quanto sua segurança e adequação aos meios de transporte que começam a surgir.

Para tanto, civilizações em destaque, como Inglaterra, Escócia e França se organizaram a ponto de produzir um tratado para esse fim, e Portugal que tinham seu lugar na história mundial, participou do estudo e aceitação deste tratado. MASCARENHAS NETO (1790).

Os povos históricos do continente Americano contribuem sobremaneira, quando o fator é a composição de vias, tidas como históricas e as tecnologias empregadas em sua construção, considerados desenvolvidos em comparação a outras civilizações existentes nos territórios vizinhos, os Maias e os Incas, são referência para tais estudos. Na Latino América, se destacam as estradas feitas pelos Incas, habitantes do território atualmente do Equador, Peru, norte do Chile, oeste da Bolívia e noroeste da Argentina. Afirma HAGEN (1955) após viagem de dois anos pela Estrada Real percorrendo assim o Império Inca, (BENUCCI ET. AL, 2010).

Por aqui o empreendimento de estradas de estrutura mais elaborada, a ponto de serem chamadas de pavimentação, data depois do terceiro Governo-geral. Segundo BITTENCOURT (1958) as estradas encontradas remontam a 1560, em que governava o terceiro governador-geral do Brasil, Mem de Sá. Sendo caminho aberto para permitir o acesso de São Vicente ao

Planalto Piratininga. Em 1661, o gestor da Capitania de São Vicente reparou a via, fazendo a conhecida Estrada do Mar (ou Caminho do Mar), permitindo assim a movimentação de viaturas, (BITTENCOURT 1958 p.125).

Segundo Balbo (2007), em 1922 um trecho do Caminho do Mar entre o Marco do Lorena e o Rancho da Maioridade, foi pavimentado com concreto de cimento Portland. Trata-se do registro mais antigo documentado de pavimentação em concreto de uma estrada no País.

O século dezoito, mediante a produção de café no planalto paulista conheceu grande desenvolvimento, e o único modo de escoá-la era encaminhando-a ao porto de Santos, pela antiga Calçada do Lorena, em condições precárias. Percorrendo toda as raízes do país, percebe-se governos melhorando uma ou outra estrada principal que possibilitaria não unicamente o trânsito, mas especialmente o comércio, a partir do governo de Juscelino Kubitschek a pavimentação urbana e construção das principais estradas brasileiras foram evidenciadas.

Em PREGO 2001 encontra-se referência relativas a um programa de melhoria das estradas vicinais na década de 1950, com intuito de melhorar as estradas do Nordeste como forma de aliviar a precária situação dessa região castigada por secas periódicas. No ano de 1955 inaugurou-se a fábrica de asfalto da Petrobrás, da Refinaria Presidente Bernardes, com capacidade de 116.000 t/ano.

Em 1956, a indústria automobilística foi implantada no país. O governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961) impulsionou o rodoviarismo aumentando sobremaneira a área pavimentada do país. Em 1958 e 1959, foram criados, respectivamente, o Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), no âmbito do CNPq, atuando em colaboração com o DNER, e a Associação Brasileira de Pavimentação (ABPv). Brasília foi inaugurada em 1960. (PREGO 2001 p.43)

O conceito de pavimentação asfáltica intimamente ligado aos processos de crescimento econômico das regiões, demandaram investimentos em pesquisas para viabilizar a excelência na contratação deste tipo de infraestrutura, como demonstrou a história dos processos desenvolvimentistas brasileiros, necessitam ainda, da vontade dos gestores e de toda uma decisão dos centros de pesquisa para investirem em pesquisa de materiais.

2.1.2- DEFININDO PAVIMENTAÇÃO

O que o cidadão conhece como asfalto, estrada ou ruas os estudiosos conhecem como pavimentação, que tem propósito dar segurança e conforto à população. (BERNUCCI. ET AL., 2006). Segundo o manual de pavimentação do DNIT (2006), pavimento é uma superestrutura

constituída por um sistema de níveis de espessuras finitas, assentes sobre um sem-espaço considerado teoricamente como infinito, à qual é designada de subleito.

Segundo SENÇO (vol.1, 2001):

Pavimento é a estrutura construída sobre a terraplanagem e destinada econômica, técnica e simultaneamente a resistir e distribuir os esforços verticais descendentes do movimento; melhorar os estados de rolamento quanto ao bem-estar e seguridade; resistir ao desgaste. A fórmula dos revestimentos que se constrói pode variar quanto a espessura, aos materiais utilizados e também com a própria função que a via poderá exercer. (SENÇO 2001 p.13)

Na visão de BALBO (2007)

As funções dos pavimentos são: apresentar uma superfície mais regular, onde haja melhor conforto para passagem do veículo, uma superfície mais aderente, com mais segurança para pista úmida ou molhada e uma superfície menos ruidosa, com menor desgaste ambiental nas vias urbanas e rurais, (BALBO 2007 p.24).

A NBR-7207/82 – toma Pavimento por um arranjo construído como consequência do terraplanagem, tendo o objetivo de: resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego; amplificar as possibilidades de rolagem quanto à comodidade e à segurança; opor-se aos trabalhos horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento. Independente da definição existem diversos tipos de pavimentações que o tornam, melhor, mais caro ou num preço mais acessível as necessidades de cada local.

2.2- MATERIAIS EMPREGADOS NA PAVIMENTAÇÃO

Para o empreendimento de pavimentos há a necessidades de se analisar alguns materiais que atuam diretamente na sua eficácia.

Segundo BALBO (2007)

Pavimentos são estruturas compostas por camadas que interagem ente si possibilitando garantir as características estruturais solicitadas pelo projeto além da disposição e espessura individual das partes constituintes. Os materiais empregados na construção são fundamentais para garantir a eficiência das mesmas. (BALBO 2007 p. 23)

Segundo SENÇO (1997),

Os estudos de ocorrência de materiais para pavimentação, seguem basicamente os seguintes passos: Procura e análise de mapas geológicos da região onde o projeto corta; Informações locais sobre a ocorrência de quaisquer materiais que apresentem qualidades aproveitáveis na execução do pavimento; Localização de jazidas; Prospecção preliminar das jazidas, com avaliação primária sobre o volume disponível e coleta de amostras representativas; Sondagem das jazidas para o cálculo volumétrico real e coleta de amostras para o desempenho de ensaios de laboratório; Estudos

preliminares dos custos para a escavação e transporte do material, efetuando o comparativo entre jazidas de qualidade equivalente.

Uma ocorrência será considerada satisfatória, quando os materiais coletados e ensaiados apresentarem resultados satisfatórios segundo especificações vigentes ou em caso de necessidade, houver a chance de correção por meio de misturas ou emprego de aditivos (BRASIL, 2006a).

2.2.1 SOLO

O solo é um instrumento complexo e variável, contudo em face a sua abundância, facilidade de extração e manuseio, além do baixo custo, oferece grandes oportunidades de emprego na engenharia, conforme SOUSA PINTO (2000). Para MONTARDO (1999), é comum que o solo de uma localidade não preencha parcial ou totalmente as exigências de projeto. A realização de obras de engenharia sobre solos com características geotécnicas inadequadas torna-se, na maioria das vezes, inviável economicamente.

Segundo SENÇO (2007), solo é uma estrutura natural, de natureza solta e removível e de espessura variável, resultante da transformação de uma rocha mãe, pela influência de diversos processos físicos, físico-químicos e biológicos.

De todos os compostos envolvidos na maneira de pavimentar, o solo é que desempenha papel de destaque, pois que suas características geomorfológicas interferirão no resultado do projeto.

Para SENÇO (1997):

Dentre os materiais que compõe um pavimento podemos destacar os solos que mesmo podendo ser excluídos da composição do pavimento sempre terão um papel importante atuando como subleito para a pavimentação (SENÇO1997 p.29)

Para Vargas (1977), pensando tecnicamente, aplica-se o termo solo a materiais da crosta terrestre que servem de suporte, são arrimados, escavados ou perfurados e matéria prima para obras de Engenharia Civil.

2.2.2 – SUB-LEITO

O terreno de fundação do pavimento é composto em sua proximidade pela camada considerada subleito em qualquer caso do espaço chamado de semi-infinito. Conforme SOUZA (1980) é no terreno de fundação onde será apoiado todo o pavimento. Sendo necessário ser considerado e estudado até as profundidades em que atuam significativamente as cargas impostas pelo tráfego, as profundidades devem estar num intervalo de 0,60 a 1,50 m de profundidade.

2.3 – TIPOS DE PAVIMENTOS

Via de regra pode-se dividir em duas categorias de pavimentos: - Pavimento flexível: formadas por um revestimento betuminoso apoiado em um alicerce de aspecto alto relevo ou de solo estabilizado granulometricamente. - Pavimento rígido: composto por chapas de concreto (quase nunca armado) assentados sobre o solo de fundação ou sub-base intermediária. Quando se tem uma base cimentada sob a capa de betume, o pavimento é denominado semirrígido (MEDINA, 1997).

Perde o sentido o estabelecimento de camadas quanto às suas funções específicas e distintas umas das outras, à medida que se passou a analisar o pavimento como um sistema de camadas e a calcular as tensões e deformações. A partir daí começou-se a considerar a absorção dos esforços de tração pelas camadas de rigidez como o concreto asfáltico.

2.3.1- PAVIMENTO FLEXÍVEL

Os processos de pavimentação dependem, como dito, de condições específicas para escolha da técnica e material mais adequado em cada situação, quais sejam: níveis de impacto sob a base depositada exercida pela intensidade de tráfego, sendo que a eficácia de modificação do terreno pode influir sobre os resultados, estes e alguns outros fatores são importantes no momento de decidir técnica e material.

O sistema de pavimentação é composto por 4 camadas essenciais: involucrado de base asfáltica, solo, sub-base e sustentação do subleito. Dependendo da intensidade e do tipo de movimentação, do solo existente e da sobrevida do projeto, o revestimento possibilita a composição com faixa de rolamento e categorias intermediárias ou de liga. Mas nos casos mais comuns, utiliza-se uma única camada de mistura asfáltica como blindagem.

Como foi explanado, o asfalto pode ser fabricado em usina específica (misturas usinadas), fixa ou móvel, ou preparado na própria pista (para tratamentos superficiais). Além da forma de produção, os se classificará quanto ao tipo de ligante

utilizado: fumegante, com a prática de concreto asfáltico, o chamado concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) ou a frio com o emprego de emulsão asfáltica (EAP).

As misturas asfálticas usinadas a frio são indicadas para calçamento de logradouros e vias de inferior quantidade de circulação, e como revestimento de entremeio (concreto asfáltico superior) em processos de conserva e para manter. Neste caso, as soluções podem ser pré-misturadas e devem receber tratamentos superficiais posteriores. (CONCCEPAR 2017 p.2)

Em referência a DNIT.

Pavimento flexível (figura 01), é aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre os níveis (DNIT, 2006 p.35).

Utilizando novamente o (DNIT 2006) o pavimento flexível é formado por:

- Material asfáltico (aglutinantes)
- Agregado graúdo (pedra ou seixo rolado)
- Agregado miúdo (areia ou pó-de-pedra)

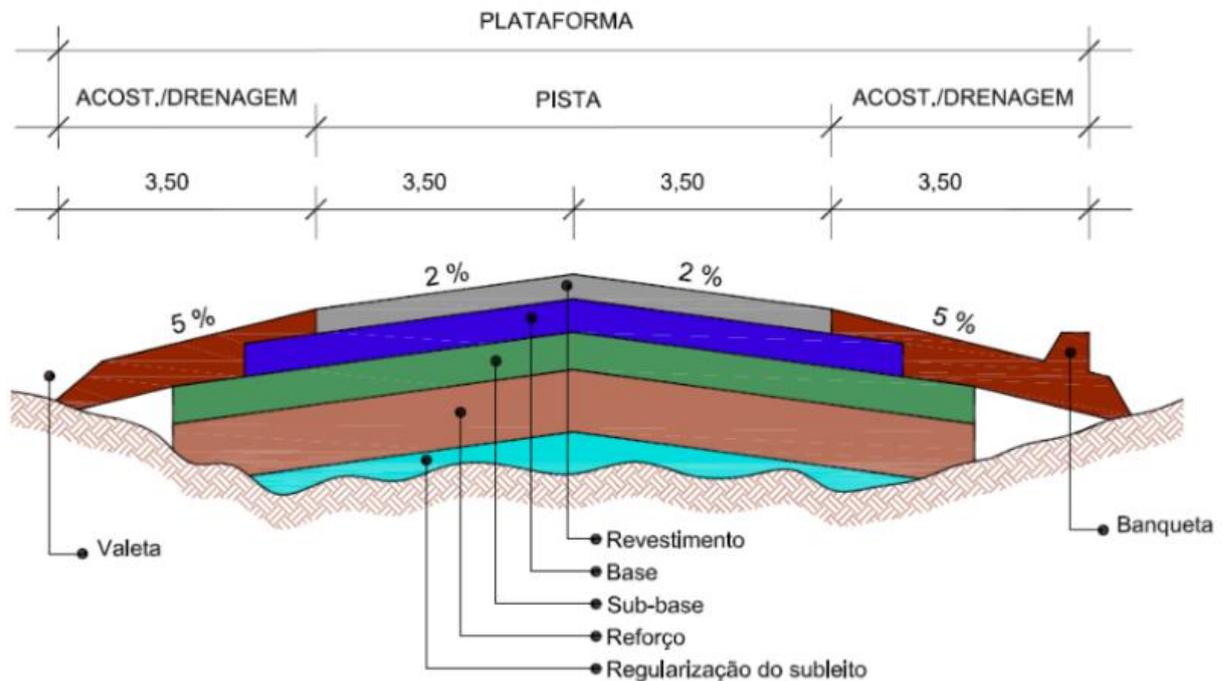


Figura 1: Seção Transversal Típica de Pavimento Flexível

Fonte: <https://pt.linkedin.com/pulse/projeto-de-pavimenta%C3%A7%C3%A3o-ricardo-augusto-midei>

O método de produção e aplicação deste tipo de pavimento betuminoso usinado à quente (CBUQ) (figuras 02 e 03), segue os seguintes passos:

- Imprimação
- Revestimento de ligação
- Lançamento do CBUQ
- Compressão e compactação do CBUQ



Figura 3: Aplicação de CBUQ na cidade de Palmas-TO



Figura 2: Aplicação de CBUQ na cidade de Palmas-TO

2.3.2 – PAVIMENTO RÍGIDO

Este revestimento tem uma alta taxa de rigidez relativa às camadas inferiores e, assim, consegue absorver praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado, esta caracterização consta do material técnico do DNIT, (2006), (figura 04)

Segue enumerados materiais utilizados neste tipo de pavimentação:

- Cimento Portland (comum)
- Agregado graúdo (brita)
- Agregado miúdo (areia)
- Água (tratada)
- Aditivos químicos (plastificante)
- Fibras (plásticas ou aço)
- Selante de juntas (moldado)
- Instrumentos de recheio de juntas (fibras ou borracha)
- Aço (CA-50, CA-60 e CA-25) Pavimentos Rígidos O

Juntas

- Apropriadas para controle de fissuras
- Seção enfraquecida na placa de concreto, formada por meio de corte ou ranhura (profundidade $1/4$ e $1/6$ da altura da placa).
- Transversais ou longitudinais
- Para manter as placas unidas usa-se barras de ligação
- Para transferir as cargas de uma placa para outra utiliza-se barras de transferência



Figura 4: Aplicação de pavimentação rígida.

Fonte: http://www.delgadodecarvalho.com.br/obrasindustriais_4.htm

Para SOUZA (1980), o pavimento rígido é composto por uma placa de concreto de cimento, que tem a função de alicerce e invólucro. No pavimento rígido o dimensionamento é norteado pela resistência do próprio pavimento, conforme ilustra a figura 05.

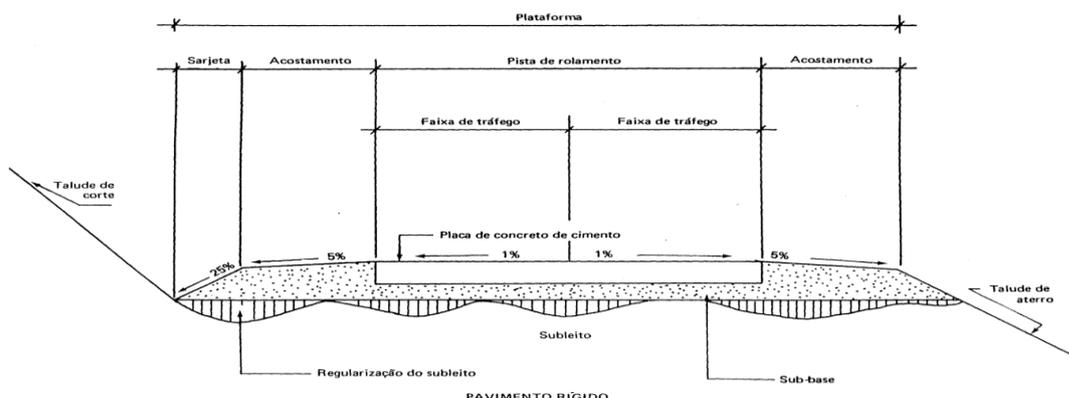


Figura 5: Seção - típica de pavimento rígido

Fonte: <https://www.google.com.br/search?q=seccion+tipica+de+un+pavimento+rigid>

2.3. 3. PAVIMENTOS DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND (SEXTAVADO)

O concreto depois da pedra, argila e madeira, é um dos materiais de construção mais antigos que se conhece. Os romanos foram responsáveis por produzir uma classe de concreto com cinza vulcânica (pozolana natural) e cal que possibilitava a moldagem e a soldagem de peças formadas por grandes blocos de pedra. Afirma-se que sua origem, em tempos mais recentes, remonta ao ano de 1756, quando John Smeaton utilizou pela primeira vez uma argamassa calcinada na construção do farol de Eddystone (BAUER, 1994).

Segundo MEHTA (1994):

Foi somente a partir de 1824, entretanto, com o advento do cimento Portland, que o concreto assumiu um lugar de destaque entre os materiais de construção, devido à versatilidade que oferecia comparativamente aos demais produtos, possibilitando a moldagem, com relativa facilidade, das mais diversas formas arquitetônicas. Surgiram, então, as primeiras especificações para concreto baseadas no estudo científico de seus elementos constitutivos e das suas propriedades físicas (MEHTA, MONTEIRO; 1994).

Há ainda uma concepção histórica que diz que:

O primeiro pavimento tipo de concreto Portland foi construído na Court Avenue, em Bellefontaine, Ohio (EUA), no ano de 1893. Além do pioneirismo, a obra teve seu lado curioso, pois, foi concebida e executada não por um engenheiro, mas por um farmacêutico e químico chamado George Bartholomew, que propôs à municipalidade de construir o 27º pavimento às suas expensas e receber o pagamento somente depois de uma fase de prova da qualidade da solução. Conseqüentemente, a experiência foi bem-sucedida e, sem saber, deu partida ao estabelecimento de uma técnica consagrada, que supre a necessidade pública de contar com pavimentos duráveis e que permitam tráfego seguro, confortável e eficiente com qualquer tempo (ARAÚJO, 2009).

Os pavimentos de concreto são aqueles cuja invólucro de rolamento (ou revestimento) é elaborada com concreto (produzido com adjuntos e ligantes hidráulicos), a partir de diversas técnicas de manipulação e elaboração do concreto, que apresentam suas particularidades de projeto, execução, operação e manutenção, (BALBO, 2009).

2.4 COMPARAÇÃO ENTRE PAVIMENTAÇÃO FLEXÍVEL E RÍGIDA

Ainda com base em BALBO (1993), em termos funcionais, a diferença principal entre o pavimento flexível e o pavimento rígido reside no fato de que as cargas aplicadas no primeiro tendem a criar um campo de tensões mais concentrado junto ao ponto de aplicação das mesmas, enquanto que no pavimento rígido, o campo de tensões é mais disperso, sendo distribuído por toda a extensão da placa, atenuando assim os esforços no alto do subleito, conforme mostra a Figura 6.

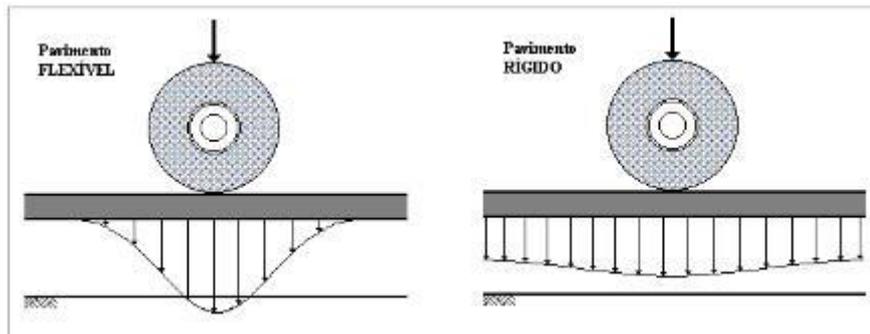


Figura 6: Distribuição de pressões em estruturas de pavimento. Fonte: Balbo, (1993)

Na distribuição de esforços e aplicação podem ser observadas:

PAVIMENTO FLEXÍVEL

- 1 - A carga se distribuí em parcelas proporcionais à rigidez das camadas
- 2 - Todas as camadas sofrem deformações elásticas significativas
- 3 - As deformações até um limite não levam ao rompimento
- 4 - Qualidade do subleito é importante pois é submetido a altas tensões e absorve maiores

deflexões.

PAVIMENTO RÍGIDO

- 1 - Placa absorve a maioria das tensões
- 2 - Distribuição das cargas faz-se sobre uma área relativamente maior
- 3 - Pouco deformável e mais resistente à tração
- 4 - Qualidade de subleito pouco interfere no comportamento estrutural

Distribuição

No pavimento flexível o revestimento funciona tal um emboço de rolamento, sendo as outras camadas de sustentáculo, sub apoio e auxílio do subleito responsáveis por absorver os esforços devidos ao tráfego. Já no pavimento rígido, a camada de concreto tem duas funções: servir como capa de rolagem e distribuir os esforços sobre a base, conseqüentemente, atenuando os esforços aplicados no subleito, (BALBO 1993).

Sobre isso MARQUES (apud HELENE et al. 2009) endossa que o pavimento rígido é constituído por camadas que trabalham essencialmente à tração. Seu dimensionamento, e, é baseado nas propriedades resistentes de placas de concreto de cimento Portland, que são apoiadas em um calçamento de transição a sub-base.

Tabela 1: Comparação entre pavimentos rígidos e flexíveis

PAVIMENTOS RÍGIDOS	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS
Estruturas mais delgadas de pavimento.	Estruturas mais espessas (requer maior escavação e movimento de terra) e camadas múltiplas.
Resiste a ataques químicos (óleos, graxas, combustíveis).	É fortemente afetado pelos produtos químicos (óleo, graxas, combustíveis).
Maior distância de visibilidade horizontal, proporcionando maior segurança.	A visibilidade é bastante reduzida durante a noite ou em condições climáticas adversas.
Pequena necessidade de manutenção e conservação, o que mantém o fluxo de veículos sem interrupções.	Necessário que se façam várias manutenções e recuperações, com prejuízos ao tráfego e custos elevados.
Falta de aderência das demarcações viárias, devido ao baixo índice de porosidade.	Melhor aderência das demarcações viárias, devido a textura rugosa e alta temperatura de aplicação (30 vezes mais durável).
Vida útil mínima de 20 anos.	Vida útil máxima de 10 anos (com manutenção).

Fonte: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/metodos-de-pavimentacao>:

Nota-se na tabela 1, certa comparação entre os dois tipos de pavimentação suas vantagens e desvantagens de estrutura, ainda não há uma comparação quanto ao custo, mas no que foi observado a pavimentação rígida apresenta certa vantagem sobre a flexível quanto a durabilidade e estrutura, enquanto a flexível apresenta melhor visibilidade.

Para Araújo (2017):

Ao comparar os Pavimentos Rígidos e Flexíveis, conclui-se que as duas espécies de pavimentos são viáveis para a implantação nas Estradas Brasileiras, sendo o Pavimento Rígido o mais propício a estradas com maior intensidade de carga, porém, ficou claro que isso não é uma regra para a Pavimentação, pois, os pavimentos são escolhidos, além do aspecto econômico, conforme a característica e a cultura do local, Principalmente pra um país extenso e de características diversas, como os diversos exemplos de solo e situações climáticas, esta análise comparativa não propõe uma substituição do Pavimento Flexível pelo Pavimento Rígido e sim propor uma outra opção de forma construtiva, mesmo considerando ao período de sustentabilidade dos dois pavimentos e a predisposição a fadiga e manutenção mais na sua sobrevida

Ainda com Araújo (2017):

Para uma análise mais profunda desta comparação, seria imprescindível a exposição dos dois tipos de pavimento as mesmas condições de intempéries locais iguais para ambos e o fluxo de veículos também, e nesse aspecto o concreto apresenta uma vida útil bem superior ao asfalto e uma menor probabilidade de apresentação de defeitos, o que podia favorecer sua escolha, porém, não acontece. Geralmente a pavimentação rígida tem custo-benefício melhor devido à pequena urgência de alteração dentro do

período de vida útil do pavimento que são notavelmente maior que a sobrevida do assoalho flexível.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada na elaboração desse trabalho, baseou-se inteiramente no levantamento bibliográfico, dessa forma, buscou-se teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, artigos e livros na área da engenharia, que tratava sobre pavimentação, de modo a estabelecer uma base teórica relacionada ao escopo do trabalho.

Diante do levantamento bibliográfico, foram elaboradas planilhas comparativas de custo de implantação, vida útil e custo de manutenção, sendo possível identificar o melhor tipo de pavimento para o local da obra.

A partir da análise das planilhas, foi escolhido a modalidade mais viável e executada a obra.

3.1. LOCALIZAÇÃO

A execução da obra, após análise das duas modalidades de pavimento, ocorreu em um pátio de manobras do Posto Recreio na cidade de Brasilândia, localizada no Tocantins, nas coordenadas latitude $08^{\circ}23'15''$ sul e longitude $48^{\circ}28'52''$ oeste, estando a uma altitude de 224 metros.

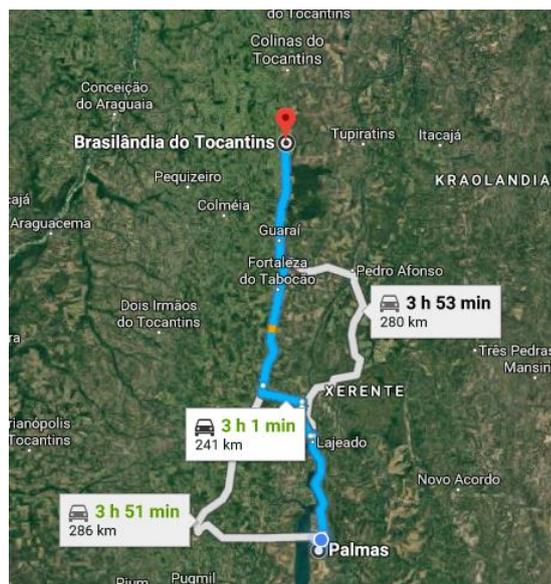


Figura 7: Localização da cidade de Brasilândia do Tocantins (fonte: Google Maps)

A cidade de Brasilândia – TO teve início nos anos 60, quando o Senhor João de Melo agrimensor veio com sua família habitar em uma fazenda nas margens do córrego Lagoinha. Em 1972, com a construção da BR – 153, que se tornaria o principal eixo de transporte para a região norte, o povoado teve rápido crescimento nos anos seguintes, elevando-se a categoria de vila, recebendo o nome de Brasilândia (BRASILÂNDIA).

A principal atividade econômica do município é a produção agrícola para subsistência no cultivo de arroz, milho, mandioca, feijão, melancia. Sendo a pecuária de gado de corte e leite a maior atividade produtiva com 53,1% de produção. O município extrai minérios como areia branca, cascalho grosso para Construção Civil (BRASILÂNDIA).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PAVIMENTO FLEXÍVEL

O pavimento flexível é o mais usado para qualquer tipo de rodovia, esse tipo de pavimento permite a união dos materiais agregados, ele pode ser combinado com a borracha de pneus moídos, além de permitir a reutilização de diversos materiais por meio da reciclagem.

Para o Pavimento Flexível as patologias podem ser associadas em duas classes: estrutural e funcional. Uma patologia de classe estrutural está associada há uma diminuição de potencial de suporte de carga do pavimento. As patologias de classe funcional estão relacionadas às circunstâncias de seguridade e trafegabilidade do pavimento (DNIT, 2006).

As patologias que ocorrem na face do pavimento que são de classe funcional, podem ser identificadas a olho nu, e classificados segundo uma terminologia normatizada (DNIT 005/2003-TER-DNIT, 2003). A seguir apresenta-se o quadro 3, onde lista-se resumidamente as patologias e suas causas prováveis.

Entre as questões relativas as patologias, estão ainda, algumas que se referem aos cálculos estruturais e possibilidade de suporte de uma via. Uma estrutura de um dado pavimento deve suportar as cargas advindas do tráfego, nas condições climáticas locais, de maneira a oferecer o desempenho desejável para as suas funções de conforto ao rolamento e segurança ao usuário.

Devido ao baixo número de veículos associado a baixa carga por eixo que solicitavam as vias no passado, inúmeros métodos de dimensionamento eram utilizados por engenheiros, de maneira relativamente fácil. Esses métodos trazem consigo certo grau de empirismo juntamente com experiência adquiridas pelos diversos órgãos rodoviários ao longo dos anos.

Segundo AHLVIN (1991), atribui-se o desenvolvimento do método de enquadramento de piso ajustáveis pelo uso do CBR ao engenheiro O.J.Porter do Departamento de Estradas da Califórnia – California Division Highways – (CDH), na década de 20. O critério básico utilizado é o de camadas granulares acima do subleito de maneira a proteger esse de ruptura por cisalhamento. O método consiste basicamente em se obter a densidade da camada granular no alto do subleito conhecendo-se o CBR do subleito. Foram estudados diversos pavimentos que apresentavam tanto sucessos como insucesso, principalmente no que se refere a formação deformação permanente em trilha de roda e como resultado foi possível traçar um modelo

denominado de CURVA B (Figura 08), assim, foi determinada a primeira curva de dimensionamento de pavimento.

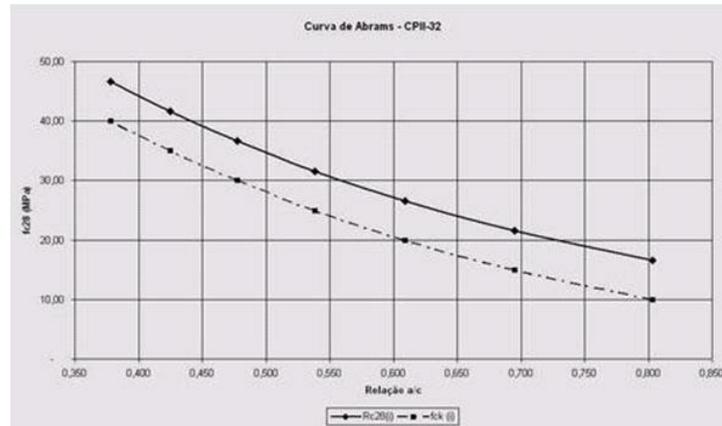


Figura 8: Consistência da camada granular acima do subleito a cargo do CBR – CURVA – B

Esse método foi baseado em correlações empíricas, entretanto, ainda em nossos dias é bastante difundido, como é o caso de uma variante, o método do extinto DNER, atual DNIT, critério normativo oficial para projetos de assoalhos adaptáveis.

O CBR – Califórnia Bearing Ratio, é a relação de resistência à penetração de um pistão de 2” entre o solo propriamente dito e um corpo-de-prova de brita graduada, esse com valor correspondente a 100%. Observe-se que a brita matizada tomada com referência era o perfil dos instrumentos utilizado em camadas de pavimentos que apresentavam um bom desempenho nos pavimentos característica Califórnia.

Na inexistência de meios para se avaliar um experimento e com suporte unicamente em referenciais bibliográficas lança-se mal de algumas descrições relativas aos métodos de verificação de conformidade e de técnicas de aplicação das duas fórmulas adotadas para análise.

O composto de adidos minerais, devidamente produzido e compatível, se constituiu uma materialmente possibilitar ao trabalho feito as características de impermeabilidade, flexibilidade, estabilidade conforme as condições climáticas e o esforço dimensionado para a área.

Em alguns casos, usa-se compostos Usinadas a Quente, a exemplo do CBUQ, prática tanto aplicada no Brasil. Estas ocorrem em usinas estacionárias e são levadas por caminhão até a pista em que se aplicara.

Um exemplo de composto, a Frio, fabricado em usina estacionária específica, aplicam misturas asfálticas como ligante involucrando as partes.

Em face de qualquer molde de emulsão a ser preparada, é responsabilidade do engenheiro de pavimentação, tomar os fundamentos regionais ou nacionais em concordância com as normativas para a exata prática na obra.

4.2 SERVIÇOS DE CAMPO

Consistem em observações que considerem aspectos baseados em análise de mapas geológicos, a presença de proteção principal nas vias a que se projetou o pavimento, o condicionamento topográfico do local, o reconhecimento diligente visual-tátil do subleito e de superfície dos espaços de concessão de material.

Em concordância com DNIT (2009) Amostragem sistemática é realizada por sondagem do subleito natural com recolha de mostra. Ensaios geotécnicos dos materiais do subleito estão expostos na Tabela 2.

Tabela 2: Testes geotécnicos para subleito nativo

Camada	Ensaio in situ	Ensaos laboratoriais
1ª camada 0,0 a 0,5m	Massa específica aparente Umidade de solos Índice de suporte (CBR)	Classificação MCT CBR ou M-CBR Granulometria completa
2ª camada 0,5 a 1,0m	Massa específica aparente Umidade de solos Índice de suporte (CBR)	Classificação MCT Granulometria completa

Este é um exemplo de ensaio padrão, claro está que pode sofrer variações que estão ligadas a questões físicas do terreno. Caso o subleito apresente blindagem primária de grossura maior que 10 cm de insumos: pedras, resíduos ou escombros em bom estado, considerara-se esse revestimento como material a ser aproveitado. Equipamentos localizados tendem a ser utilizados em sua condição inerente, ora negociadas tal capa de apoio do subleito ou sub-base, (DNIT 2009).

4.3 SERVIÇOS TÉCNICOS

Os serviços técnicos, ou de escritório ordenam a elaboração documental geotécnica do planejamento e, carecem de mencionar a sub-trechos de pontos analisados, delimitados pela responsável técnica. Os registros precisarão abranger as informações a seguir:

Representação geotécnica

Intervalo no meio dos vários furos sondados,
Reconhecimento numérica de cada furo,
Precondição numérica de cada toga e respectivo furo,
Fundura de cada revestimento, indicativo das relativas partes associadas ao greide de projeto

Denominação das propriedades de cada base

Designação visual-tátil adicionando a cor de cada base,
Procedência presumível,
Composição própria seca nata,
Aquosidade intrínseca *suporte in situ*
Bloco próprio aparente seca máxima,
Lubricidade sublime,
Granulometria,
CBR ou M-CBR,
Nomeação MCT.

Denotação dos âmbitos dos solos - (classificação MCT) superfície de categorização LA´ e LG´. Ocorrências de subleito do tipo LA´, em que a natureza constitua São Paulo, do gênero variegado, devem ser tratados de forma isolada.

Solos de denominação NS´ e NG´

Nas ocorrências de subleito do tipo NG´, com arranjos estratificados e/ou com dilemas de escoamento, usar mínimo de 20 cm de apoio de solo escolhido ou controlado com CBR > 11%.

Estes são exemplos colhidos na literatura existente para fornecer suporte a uma análise técnica relativa ao aspecto geral para a escolha e eleição de pavimento adequado para cada

situação, o que não esgota a inevitabilidade de que outras análises e experimentos possam ser feitos para que os efeitos sejam adequados.

4.4 ESPÉCIES DE CIRCULAÇÃO

A pavimentação das vias urbanas será classificada em consonância com a circulação prevista para elas, previamente estudados, a exemplo dos posteriores gêneros:

Movimentação bastante suave – Logradouros de aparência basicamente domiciliar, os quais não são sumariamente projetados o tráfego de transporte coletivo, sendo capaz de haver eventualmente o tráfego de caminhões em quantidade inferior a três diariamente, por parcela de tráfego, qualificado por um número N próprio de 104 instancia do eixo fácil padrão (8,2t) para a fase de projeto de 10 anos.

Circulação ligeira – Ruas de propriedades fundamentalmente domiciliar, a que não é calculado o tráfego de ônibus, existindo, casualmente circulação de caminhões ou ônibus em quantidade abaixo de 50 ao dia, por trecho de tráfego, demonstrado por um algarismo N específico de 105 reivindicações do apoio simples padrão (8,2t) para a fase de esboço de 10 anos.

4.5 AS ESPESSURAS

Concordando com as orientações do DNIT o esboço do revestimento é apresentado contendo ponderações acerca do subleito, no sentido de orientar técnicas de observação deste aspecto que incidem diretamente no pavimento, a observar:

- A dimensão do solo a ser erguido em cima do subleito provirá cálculos conforme o atual mecanismo, em razão da estrutura (CBR ou M-CBR) representando seus emboços;
- Na circunstância em que as sondagens mostrarem a necessidade de troca do subleito, considerar-se-á o custo assistencial do solo de empréstimo;
- Na delimitação do apoio do subleito, deverá se empregar o Ensaio Normal de Compactação de Solos (PMSP-ME-7) e a adaptação dos corpos-de-prova precisará ser fabricada com a energia de compactação equivalente;

- Entretanto, a indicação de base do subleito (CBR ou M-CBRSL) será capaz de ser fabricada com moldes indeformadas, depois de um tempo curto de mergulho de 48 horas no caso de CBR ou de 12 horas quando M-CBR, em eventos os quais as estradas existentes forem filiadas de guias e sarjetas, auxílios de camadas antigas ou de serventia do leito pré-existente;
- Em situações de incidentes no subleito do solo com escoro $< 2\%$, se substituirá por base com suporte $> 5\%$ e amplificação $< 2\%$ na espessura pré-indicada no esboço. Caso ocorra situações análogas ao exposto se indicará outra saída apropriadamente efetiva;
- Na ocorrência no subleito de solo $> 2\%$ carecerá de ser estipulada na prática, sobrepeso necessário para o solo mostrar aumento $< 2\%$;
- A gramatura própria do pavimento esboçado terá que conduzir para o subleito uma influência igual ou maior que a estabelecida pelo exercício.

Metodologicamente, fatores como o descrito para serem considerados em projetos e execução de pavimentação asfáltica urbana são preponderantes no momento de eleger que tipo de intervenção será feita e na escolha de material a ser usada. O resultado do empreendimento será um reflexo das escolhas feitas pelo engenheiro e sua equipe.

4.6 FRAGILIDADES DA ESCOLHA DO PAVIMENTO

Alguns projetos podem portar erros de concepção ligados a fatores opostos, muitos comumente relacionados à dificuldade de prever o tráfego real que atuará no tempo de planejamento ou problemas no dimensionamento estrutural, tais como: a incompatibilidade estrutural entre as camadas (subleito, amparo do subleito – leito, sub-base, base e revestimento), o que trará possibilidade de gerar falha precoce das blindagens, especificação em projeto de material de difícil disponibilidade in loco, falhas no sistema de drenagem ou até um subdimensionamento estrutural do projeto em relação a capacidade de suporte dos materiais.

Ao dimensionar a longevidade de um pavimento, é necessário de se faça um corte no tempo para verificar fatores que podem incidir diretamente nesta, dentre eles os antrópicos e físicos. Estruturais e funcionais, são as principais classificações dos defeitos. Os estruturais estão associados à diminuição da capacidade do pavimento de suportar cargas, em perder sua integridade estrutural. Os funcionais se relacionam as propriedades de segurança e trafegabilidade do piso em estados de rolamento conforme (DNIT, 2006).

Para o DNIT, 2003, os defeitos de superfície, tidos como defeitos da classe funcional, que podem ser identificados quase que no primeiro olhar, são ainda, classificados conforme a terminologia que normatiza, (DNIT 005/2003-TER-DNIT, 2003).

O estado de conservação da via é fator elementar, para se avaliar os resultados e resistência de determinados tipos de pavimento, a avaliação dos defeitos de superfície é realizado com objetivo de avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos, para tanto é necessário que seja realizado um diagnóstico da situação funcional. Com esse diagnóstico pode-se determinar soluções que sejam tecnicamente adequadas, buscando as melhores alternativas para a manutenção ou restauração do pavimento (ROCHA, 2010).

4.7 FALHAS NA MALHA

Adjuntos claros, exsudação, empolamento, fragmentação, intemperismo e desagregação são considerados defeitos estruturais. Estes desvios às deformações visualizados através de: rebaixamento, submersão de trilha de roda, corrugação (popularmente conhecida como “costela de vaca”) e deformação plástica de revestimento. Os defeitos ocasionados pelos remendos são: deterioração dos remendos e painéis (BERNUCCI et al, 2008).

Estas patologias vão processando um comportamento progressivo e se alojam nas bases e sub-bases ou são tidas como falhas no processo de aplicação, de medidas preventivas, corretivas ou mitigadoras. Os fissuramentos e trincamentos diferentes modelos de defeitos, podem ser: trincamento por fadiga – tipo couro de jacaré, trincamento transversal, trincamento longitudinal, trincamento em bloco, trincamento por propagação de juntas, trincamento na borda e trincamento parabólico (DNIT 005, 2003).

Sob tais condições é comum que sejam iniciados processo de desgastes da pavimentação, considerados patologias, conforme Rosa et al, (2016).

4.8 ANÁLISE COMPARATIVA

4.8.1 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO

Para facilitar a análise dos custos entre o pavimento com CBUQ e com bloco sextavado de concreto, foi elaborada uma planilha (anexo) de custos para o empreendimento em

Brasilândia, ressaltando que os dados levantados servem apenas como modelo para comparação em outros empreendimentos, visto que os valores sofrem alteração de acordo com a região.

A tabela 3, possibilita uma diferenciação, observando-se somente os serviços necessários unicamente a cada:

Tabela 3: Custo de implantação

	CBUQ	BLOCO DE CONCRETO
Imprimação	R\$ 129.600,00	
Pintura de Ligação	R\$ 37.200,00	
Execução de CBUQ	R\$ 1.321.723,20	
Transp. de massa asfáltica	R\$ 385.459,20	
Execução de bloco sextavado		R\$ 1.485.600,00
	R\$ 1.873.982,40	R\$ 1.485.600,00

Analisando a tabela observou-se que até a base os serviços e os custos são os mesmos para as duas modalidades. Os serviços seguintes são diferentes entre as duas modalidades, no caso do CBUQ há necessidade da execução de imprimação e pintura de ligação não sendo necessário na modalidade do intertravado.

Observou-se também que o custo de mão de obra é maior no bloco intertravado quando comparado com CBUQ, contudo o custo de material e equipamento é maior no CBUQ.

Dessa forma, identificou-se que o custo total do empreendimento é **20,72%** menor utilizando-se o bloco sextavado de concreto em detrimento do CBUQ.

4.8.2 PRAZO DE EXECUÇÃO

Ao comparar-se os prazos de execução, observou-se que o prazo de execução do pavimento em blocos de concreto para o empreendimento é de 24 meses, considerando-se a fabricação “in loco” das peças e a paralisação em virtude dos períodos chuvosos.

Já utilizando o CBUQ a execução dos serviços se dará em 4 meses. Sendo a segunda opção 600% mais rápida.

4.8.3 VIDA ÚTIL

Quando comparada a vida útil projetada para a pavimentação, foi definido que CBUQ tem de 5 a 8 anos de vida útil de acordo com o DNIT, enquanto que para o bloco sextavado de concreto passa de 20 anos, segundo a ABCP.

4.8.4 PASSIVO ECOLÓGICO

Muito em função de sua composição e método construtivo, a pavimentação com blocos de concreto, emitem poucos poluentes e deixam pouco ou nenhum resíduo tóxico.

O mesmo não pode ser dito do CBUQ, que exige muitos equipamentos na sua fabricação e aplicação, além do fato de ter em sua composição material de origem petrolífera.

4.8.5 MANUTENÇÃO PAVIMENTO ASFÁLTICO

É o conjunto de operações que objetivam prevenir ou reparar defeitos. A fim de evitar a necessidade de intervenções estruturais é recomendado que a manutenção seja feita de forma rotineira e periódica, pois é conhecido que os custos de manutenção crescem exponencialmente com a degradação do pavimento e que se feita de forma corretiva ou preventiva até a utilização de 75% de sua vida útil, estes custos tendem a ser reduzidos em até 10 vezes (CARVALHO, 2011).

Os principais problemas relacionados a manutenção são os efeitos superficiais e degradações, que consiste em desgaste, umidade excessiva, trincas e panelas. As deformações como trilha de roda, afundamento e ondulações. Esses defeitos são decorrentes de fatores como tráfego, condições ambientais e modo de execução.

Os defeitos superficiais mais comuns são o aparecimento de trincas, e estas são responsáveis pelo agravamento das condições do pavimento uma vez que permitem a passagem de água, dando origem ao comprometimento da estrutura. As trincar podem se originar principalmente por: fadiga, envelhecimento, reflexão e por variações de temperatura (CARVALHO, 2011).

A tabela 4, mostra um resumo das deformações permanentes:

Tabela 4: Deformações permanentes

Causa Geral	Causa específica	Exemplo de defeito
Associada com o carregamento	Carregamento concentrado ou em excesso	Fluência plástica (ruptura por cisalhamento)
	Carregamento de longa duração ou estático	Deformações ao longo do tempo (creep)
	Grande número de repetições de carga	Afundamento nas trilhas de roda
Não associada com o carregamento	Subleito constituído de solo expansivo	Inchamento ou empolamento
	Solos compressíveis na fundação do pavimento	Recalque diferencial

Fonte: BRASIL, 2006b.

A manutenção em pavimentos asfálticos envolve a limpeza e remoção de detritos, que deve ser feita de forma rotineira, a operação de tapa-buracos e execução de remendos, o recapeamento e reforço estrutural e a reconstrução do pavimento.

4.8.6 MANUTENÇÃO BLOCO INTERTRAVADO

A manutenção de pavimentos intertravados é bastante simples, não envolve mão de obra especializada, ou equipamentos mais específicos, devendo ser realizada de forma rotineira e preventiva, evitando-se a necessidade reconstrução e reforços estruturais (CARVALHO, 2011).

Os principais problemas ligados à manutenção são: aparecimento de fissuras, quebra ou desgaste na superfície dos blocos, trilha de roda, afundamento, ondulação e depressão.

4.9 IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Diante dos comparativos realizados entre o pavimento de CBUQ com o pavimento de bloco sextavado de concreto simples, foi realizada a pavimentação no pátio de manobras do Posto Recreio, na cidade de Brasilândia.

Optando-se pelo pavimento de bloco sextavado visto que o custo de implantação, o custo de manutenção a vida útil e o passivo ecológico justificaram a escolha, conforme visto nas figuras 14 e 15.



Figura 9: Pavimentação em bloco sextavado de concreto simples no pátio de manobra do posto Recreio na cidade de Brasilândia do Tocantins – TO



Figura 10: : Pavimentação em bloco sextavado de concreto simples no pátio de manobra do posto Recreio na cidade de Brasiândia do Tocantins - TO

5. CONCLUSÃO

A relevância de se estudar os diferentes tipos de pavimentação e aplicação destas em condições ideais de solo e pluviosidade, bem como de desgastes antrópicos proporcionados pelo tráfego nesta, é importante por ser através deste tipo de verificação, mesmo que seja por meio de bibliografia existente e não por testes de campo, ou pesquisa aplicada, que se comprova a resistência, economicidade e eficiência da classe dos instrumentos empregado no pavimento.

Observando os custos entre pavimento CBUQ e bloco sextavado de concreto simples, determinou-se que o pavimento de bloco sextavado é economicamente a melhor opção para o empreendimento em estudo.

Quanto o tempo de vida útil o pavimento de concreto é superior ao de pavimento asfáltico, e sua manutenção é considerada mais simples e menos dispendiosa.

Dessa forma, diante dos dados levantados, foi implantado no empreendimento o pavimento de bloco sextavado de concreto simples.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. F. Materiais de Construção. Concreto de Cimento Portland. Disponível em: [www.ufrrj.br/institutos/it/dau eduardo/Concreto%20simples.pdf](http://www.ufrrj.br/institutos/it/dau%20eduardo/Concreto%20simples.pdf). Acesso em: 03 nov 2009.

ARAÚJO, Marcelo Almeida. Análise comparativa de métodos de pavimentação. <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/metodos-de-pavimentacao>
Acessado em 30 de setembro de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7207: pavimentação: terminologia. Rio de Janeiro, 1982. BITTENCOURT, E.R. Caminhos e estradas na geografia dos transportes. Rio de Janeiro: Editora Rodovia, 1958.

BALBO, J. T. Estudo das Propriedades Mecânicas das Misturas de Brita e Cimento e sua Aplicação nos Pavimentos Semi-Rígidos. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1993.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de textos, 2007

BAPTISTA, Cyro N. Pavimentação: tomo 1. Ensaio fundamentais para a pavimentação – dimensionamentos dos pavimentos flexíveis. 3ª ed. Porto Alegre: Globo, 1978.

BAUER, L A Falcão. Materiais de construção. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994.

CARVALHO, D. B. A. Considerações sobre a Utilização de Pavimentos Intertravados e Betuminosos em Áreas Urbanas. São Carlos: UFSCar, 2011. 110 f.

CHEVALLIER, R. Roman roads. Berkeley, California: UP, 1976

CONCCEPAR .Anais do VII CONCCEPAR: Congresso Científico da Região Centro-Ocidental do Paraná / Faculdade Integrado de Campo Mourão. - Campo Mourão, PR: Faculdade Integrado de Campo Mourão, 2016. Acessado <http://concepar.grupointegrado.br/>. Em 28 de setembro de 2017.

Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos– Terminologia. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em Acesso em: 13 de maio de 2014. Petrobras. Emulsões asfálticas (EMA). Rio de Janeiro. Disponível em Acesso em: 26 de maio de 2014.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura. Manual de Pavimentação. 3º Edição, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

HAGEN, V.W. A estrada do sol. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1955

JUNIOR, C. A história da engenharia civil. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAhQdMAI/historia-engenharia-civil#> Acesso em: 19 de abril de 2018

LARISSA, S. História das Engenharias e Evolução da Engenharia Civil. 2012. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAglRMAB/historia-das-engenharias-evolucao-engenharia-civil>> Acesso em: 19 de abril de 2018.

MASCARENHAS NETO, J.D. Methodo para construir as estradas em Portugal. 1790. Edição fac-similada, impressa em 1985 a partir do original do Arquivo-Biblioteca do ex-Ministério das Obras Públicas

MEDINA, J., 1997, **Mecânica dos Pavimentos**. 1ª edição, 380 p. Rio de Janeiro-RJ, Editora UFRJ

MEHTA, P.K., MONTEIRO, P.J.M. Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais, São Paulo: PINI, 1994.

MOURA, E. Apostila de Projeto de Pavimento. 2014. Disponível em: <http://www.professoremoura.com.br/download/Proj_Pav_1_2018.pdf> Acesso em: 19 de abril de 2018.

Pavimentos flexíveis: Concreto asfáltico: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: Acesso em: 10 de maio de 2014. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 005/2003.

Pavimentos flexíveis: Pré-misturado a frio: especificação de serviços. Rio de Janeiro, 2009. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 031/2006.

Prefeitura Municipal de Brasilândia. Disponível em: <<http://www.brasilandia.to.gov.br/Nossa-Cidade/Historia/>> Acesso em 20 de abril de 2018.

PREGO, A.S.S. **A memória da pavimentação no Brasil. Rio de Janeiro:** Associação Brasileira de Pavimentação, 2001.

SAUNIER, B.; DOLFUS, C.; GEFFROY, G. **Histoire de la locomotion terrestre**. v. II. Paris: L'illustration, 1936.

SENÇO, Wlastermiler de. Manual técnico de pavimentação: volume 1. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2007.

VARGAS, M. **Introdução à Mecânica dos solos**. São Paulo: Editora McGraw – Hill, 1977.

VILLIBOR, D. F. *et al.* Pavimentos de Baixo Custo para Vias Urbanas. 2ª ed. São Paulo: Arte & Ciência, 2009.

ANEXO

Anexo I – Planilha de custo para pavimentação em CBUQ

Número: 12	Estado: Tocantins
Período: 6/2017 (Não Desonerado)	BDI: 20,00%
Obra: Cópia (00011) - Posto Brasília	
Planilha Sintética c/ Mão de Obra e Material	

Item	Tipo	Código	Descrição	Un.	Qty.	Preço Unit. com BDI			Preço Total			% Total
						MAT	M.O.	Total	MAT	M.O.	Total	
1 SERVIÇOS PRELIMINARES												
1.1	Composição	78472	SERVICOS TOPOGRAFICOS PARA PAVIMENTACAO, INCLUSIVE NOTA DE SERVICOS, ACOMPANHAMENTO E GREIDE	M2	24.000,00	0,13	0,17	0,30	3.120,00	4.080,00	7.200,00	0,33%
									3.120,00	4.080,00	7.200,00	
2 TERRAPLANAGEM												
2.1	Composição	74154/1	ESCAVACAO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347 HP E CACAMBA 6M3, DMT 50 A 200M	M3	9.600,00	4,97	0,54	5,51	47.712,00	5.184,00	52.896,00	2,41%
									47.712,00	5.184,00	52.896,00	
3 DRENAGEM												
3.1	Composição	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	M3	508,80	2,77	0,25	3,02	1.409,38	127,20	1.536,58	0,07%
3.2	Composição	94097	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIA. AF_06/2016	M2	254,40	1,15	3,36	4,51	292,56	854,78	1.147,34	0,05%

3.3	Composição	92214	TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, DIÂMETRO DE 800 MM, JUNTA RÍGIDA, INSTALADO EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_12/2015	M	212,00	174,56	34,30	208,86	37.006,72	7.271,60	44.278,32	2,02%
3.4	Composição	83659	BOCA DE LOBO EM ALVENARIA TIJOLO MACICO, REVESTIDA C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:3, SOBRE LASTRO DE CONCRETO 10CM E TAMPA DE CONCRETO ARMADO	UN	1,00	407,49	343,18	750,67	407,49	343,18	750,67	0,03%
3.5	Composição	83713	POCO DE VISITA EM ALVENARIA, PARA REDE D=1,50 M, PARTE FIXA C/ 1,00 M DE ALTURA E USO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA	UN	1,00	4.093,50	2.070,49	6.163,99	4.093,50	2.070,49	6.163,99	0,28%
3.6	Composição	93382	REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA. AF_04/2016	M3	402,24	7,40	13,84	21,24	2.976,58	5.567,00	8.543,58	0,39%
3.7	Composição	73882/1	CALHA EM CONCRETO SIMPLES, EM MEIA CANA, DIAMETRO 200 MM	M	128,00	30,58	7,08	37,66	3.914,24	906,24	4.820,48	0,22%
3.8	Composição	94273	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA), PARA VIAS URBANAS (USO VIÁRIO). AF_06/2016	M	500,00	22,74	10,25	32,99	11.370,00	5.125,00	16.495,00	0,75%
									61.470,46	22.265,50	83.735,96	

4 PAVIMENTAÇÃO (CBUQ)

4.1	Composição	74154/1	ESCAVACAO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347 HP E CACAMBA 6M3, DMT 50 A 200M	M3	12.000,00	4,97	0,54	5,51	59.640,00	6.480,00	66.120,00	3,01%
4.2	Composição	72961	REGULARIZACAO E COMPACTACAO DE SUBLEITO ATE 20 CM DE ESPESSURA	M2	24.000,00	1,04	0,28	1,32	24.960,00	6.720,00	31.680,00	1,44%

4.3	Composição	72911	BASE DE SOLO ESTABILIZADO SEM MISTURA, COMPACTACAO 100% PROCTOR NORMAL, EXCLUSIVE ESCAVACAO, CARGA E TRANSPORTE DO SOLO	M3	4.800,00	8,08	2,41	10,49	38.784,00	11.568,00	50.352,00	2,29%
4.4	Composição	72945	30 IMPRIMACAO DE BASE DE PAVIMENTACAO COM ADP CM-	M2	24.000,00	5,18	0,22	5,40	124.320,00	5.280,00	129.600,00	5,90%
4.5	Composição	72943	PINTURA DE LIGACAO COM EMULSAO RR-2C	M2	24.000,00	1,39	0,16	1,55	33.360,00	3.840,00	37.200,00	1,69%
4.6	Composição	96000	CONSTRUÇÃO DE PAVIMENTO COM APLICAÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ), BINDER, COM ESPESURA DE 7,0 CM - EXCLUSIVE TRANSPORTE. AF_03/2017	M3	1.680,00	778,36	8,38	786,74	1.307.644,80	14.078,40	1.321.723,20	60,20%
4.7	Composição	95303	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M3 DE MASSA ASFALTICA PARA PAVIMENTAÇÃO URBANA	M3XKM	401.520,00	0,88	0,08	0,96	353.337,60	32.121,60	385.459,20	17,56%
									1.942.046,40	80.088,00	2.022.134,40	
5 SERVIÇOS COMPLEMENTARES												
5.1	Composição	85172	ALAMBRADO EM MOUROES DE CONCRETO "T", ALTURA LIVRE 2M, ESPACADOS A CADA 2M, COM TELA DE ARAME GALVANIZADO, FIO 14 BWG E MALHA QUADRADA 5X5CM	M	306,00	64,86	31,28	96,14	19.847,16	9.571,68	29.418,84	1,34%
									19.847,16	9.571,68	29.418,84	
									2.074.196,02	121.189,18	2.195.385,20	100,00%
										Total sem BDI	1.829.487,67	
										Total do BDI	365.897,53	
										Total	2.195.385,20	

Anexo II – Planilha de custo para pavimentação em bloco sextavado de concreto simples

Número: 11	Estado: Tocantins
Período: 6/2017 (Não Desonerado)	BDI: 20,00%
Obra: Posto Brasilândia	
Planilha Sintética c/ Mão de Obra e Material	

Item	Tipo	Código	Descrição	Un.	Qty.	Preço Unit. com BDI			Preço Total			% Total
						MAT	M.O.	Total	MAT	M.O.	Total	
1 SERVIÇOS PRELIMINARES												
1.1	Composição	78472	SERVICOS TOPOGRAFICOS PARA PAVIMENTACAO, INCLUSIVE NOTA DE SERVICOS, ACOMPANHAMENTO E GREIDE	M2	24.000,00	0,13	0,17	0,30	3.120,00	4.080,00	7.200,00	0,40%
									3.120,00	4.080,00	7.200,00	
2 TERRAPLANAGEM												
2.1	Composição	74154/1	ESCAVACAO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347 HP E CACAMBA 6M3, DMT 50 A 200M	M3	9.600,00	4,97	0,54	5,51	47.712,00	5.184,00	52.896,00	2,93%
									47.712,00	5.184,00	52.896,00	
3 DRENAGEM												
3.1	Composição	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	M3	508,80	2,77	0,25	3,02	1.409,38	127,20	1.536,58	0,09%
3.2	Composição	94097	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MENOR QUE 1,5 M, EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS. AF_06/2016	M2	254,40	1,15	3,36	4,51	292,56	854,78	1.147,34	0,06%
3.3	Composição	92214	TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE ÁGUAS PLUVIAIS, DIÂMETRO DE 800 MM, JUNTA RÍGIDA, INSTALADO EM LOCAL COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_12/2015	M	212,00	174,56	34,30	208,86	37.006,72	7.271,60	44.278,32	2,45%
3.4	Composição	83659	BOCA DE LOBO EM ALVENARIA TIJOLO MACICO, REVESTIDA C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:3, SOBRE LASTRO DE CONCRETO 10CM E TAMPA DE CONCRETO ARMADO	UN	1,00	407,49	343,18	750,67	407,49	343,18	750,67	0,04%

3.5	Composição	83713	POCO DE VISITA EM ALVENARIA, PARA REDE D=1,50 M, PARTE FIXA C/ 1,00 M DE ALTURA E USO DE ESCAVADEIRA HIDRAULICA REATERRO MANUAL DE VALAS COM COMPACTAÇÃO	UN	1,00	4.093,50	2.070,49	6.163,99	4.093,50	2.070,49	6.163,99	0,34%
3.6	Composição	93382	MECANIZADA. AF_04/2016	M3	402,24	7,40	13,84	21,24	2.976,58	5.567,00	8.543,58	0,47%
3.7	Composição	73882/1	CALHA EM CONCRETO SIMPLES, EM MEIA CANA, DIAMETRO 200 MM	M	128,00	30,58	7,08	37,66	3.914,24	906,24	4.820,48	0,27%
3.8	Composição	94273	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA), PARA VIAS URBANAS (USO VIÁRIO). AF_06/2016	M	500,00	22,74	10,25	32,99	11.370,00	5.125,00	16.495,00	0,91%
									61.470,46	22.265,50	83.735,96	
4	PAVIMENTAÇÃO (BLOCO SEXTAVADO DE CONCRETO)											
4.1	Composição	74154/1	ESCAVACAO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347 HP E CACAMBA 6M3, DMT 50 A 200M	M3	12.000,00	4,97	0,54	5,51	59.640,00	6.480,00	66.120,00	3,66%
4.2	Composição	72961	REGULARIZACAO E COMPACTACAO DE SUBLEITO ATE 20 CM DE ESPESSURA	M2	24.000,00	1,04	0,28	1,32	24.960,00	6.720,00	31.680,00	1,75%
4.3	Composição	72911	BASE DE SOLO ESTABILIZADO SEM MISTURA, COMPACTACAO 100% PROCTOR NORMAL, EXCLUSIVE ESCAVACAO, CARGA E TRANSPORTE DO SOLO	M3	4.800,00	8,08	2,41	10,49	38.784,00	11.568,00	50.352,00	2,79%
4.4	Composição	92394	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO SEXTAVADO DE 25 X 25 CM, ESPESSURA 8 CM. AF_12/2015	M2	24.000,00	57,08	4,82	61,90	1.369.920,00	115.680,00	1.485.600,00	82,21%
									1.493.304,00	140.448,00	1.633.752,00	
5	SERVIÇOS COMPLEMENTARES											
5.1	Composição	85172	ALAMBRADO EM MOUROES DE CONCRETO "T", ALTURA LIVRE 2M, ESPACADOS A CADA 2M, COM TELA DE ARAME GALVANIZADO, FIO 14 BWG E MALHA QUADRADA 5X5CM	M	306,00	64,86	31,28	96,14	19.847,16	9.571,68	29.418,84	1,63%
									19.847,16	9.571,68	29.418,84	
									1.625.453,62	181.549,18	1.807.002,80	100,00%
										Total sem BDI	1.505.835,67	
										Total do BDI	301.167,13	
										Total	1.807.002,80	