Pavimentações públicas no bairro da Jacobina II: Projeto, orçamento, e execução

Eduardo Fernandes Santana[1], Hericles Carneiro Mota Valois Figueredo[1], Marcos Adriano Santos da Silva[1], Marcos Souza Evangelista[1], Marcus Vinícius Carneiro Cardoso[1]
(eduf.gmc@gmail.com, carneirohericles4@gmail.com, marcos_san98@outlook.com, marcos.mrs6@hotmail.com, carneirocardosom@gmail.com)

Professora orientadora: Camila Cedraz Prinz

Coordenação do curso de Engenharia Civil: Paulo Ricardo Ramos Santos

Resumo

Este artigo tem o intuito de abordar os tipos de pavimentação implantados na cidade de Jacobina-Ba, onde traz informações acerca da execução, manutenção, custo, durabilidade e viabilidade dos tipos de pavimentação em Tratamento Superficial Duplo (TSD), e pavimentação em paralelepípedo. A fim de estabelecer qual o melhor tipo de pavimentação a ser utilizada no bairro Jacobina II, foram realizadas pesquisas com o intuito de aprofundar os conhecimentos sobre as características e custo de cada tipo de pavimento, visando fazer uma correlação do custo-benefício para a execução da pavimentação, qual será de grande benefício para várias famílias que habitam no bairro, além das pessoas que também trafegam diariamente pelo mesmo. Foram coletados dados na prefeitura de Jacobina-Ba para auxiliar na tomada de decisão, e a partir dos dados foi possível observar o período médio que o pavimento em TSD e paralelepípedos levam para precisar de manutenção e como a mesma acontece. Portanto, tomando como base os dados levantados a partir das pesquisas realizadas que possibilitou um estudo mais detalhado do assunto, foi tomada a decisão de adotar o uso do pavimento em paralelepípedo para o bairro Jacobina II, tendo em vista o custo-benefício e a durabilidade deste tipo de pavimentação.

Palavras chave: Pavimentações; Tipos de Pavimentações; TSD; Paralelepípedo; CBUQ.

1 – INTRODUÇÃO

Com a constante expansão da cidade de Jacobina-Ba, o número de logradouros, residências e veículos crescem exponencialmente ao passo que a pavimentação das vias, novas e antigas, passam a ter uma importante ligação com a qualidade de vida da população.

Segundo observado em obras viárias na cidade de Jacobina-Ba, atualmente é utilizado três tipos de revestimento em sua malha, o paralelepípedo, o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) e o Tratamento Superficial Duplo (TSD). A grande parte das ruas que contam com pavimentação são revestidas em paralelepípedos, seguido pelo CBUQ, nas vias que apresentam um tráfego mais intenso, e o TSD, que é uma alternativa utilizada nas ligações da sede do município com alguns distritos.

Por conta dessa grande variedade de pavimentações, é de suma importância um estudo aprofundado do local para implementação do método correto. Dentro dos processos estão a

[1] Graduação em Engenharia Civil – Faculdade AGES de Jacobina.

concepção do projeto, análise da viabilidade física e financeira, até a contratação e fiscalização da execução da obra, que são de responsabilidade da gestão municipal, com exceções de empreendimentos privados e vias Federais/Estaduais.

Por tanto, o objetivo do presente trabalho é encontrar o método mais viável para a pavimentação das vias em expansão do bairro Jacobina II, e relatar todo o processo desde a concepção do projeto, execução do pavimento, benefícios, entre outros. Em virtude de o bairro ter predominância residencial, o estudo será voltado a identificar qual será a melhor opção para pavimentação, entre o Paralelepípedo e o Tratamento Superficial duplo (TSD).

2 – PAVIMENTAÇÃO

Segundo Pinto et al (2001), o pavimento tem como objetivo absorver as cargas oriundas do tráfego que eventualmente são aplicadas sob uma camada de revestimento, que tem como característica principal priorizar um alto nível de rigidez comparada as camadas que antecedem a mesma. Segundo Senço (2001), as camadas do pavimento são diretamente proporcionais à função da via e o tráfego existente sob ela, essas camadas recebem alterações, principalmente, em espessura e materiais utilizados.

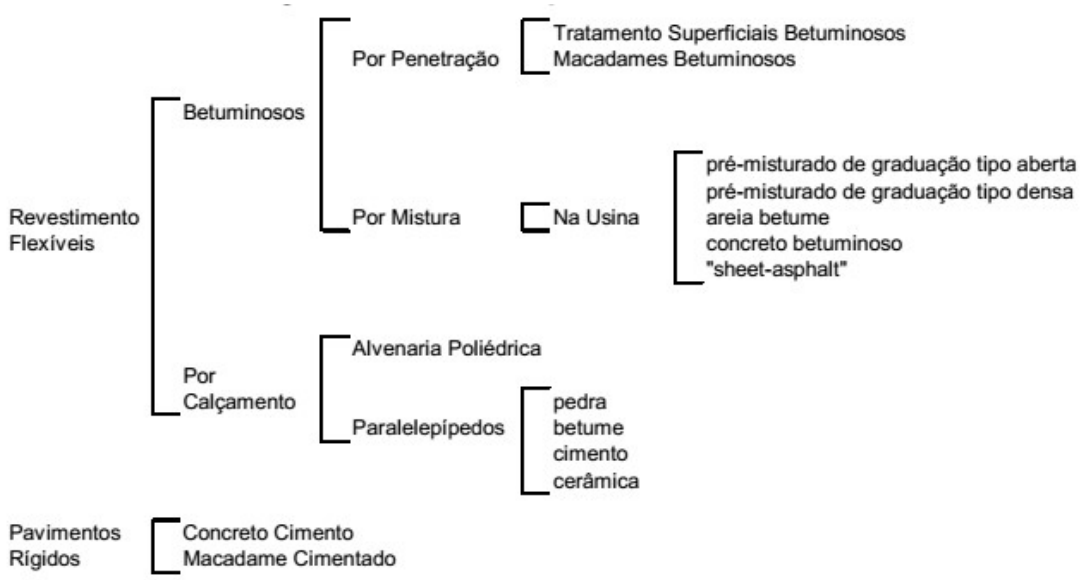
Os pavimentos são classificados em basicamente três tipos: rígidos, semirrígidos e flexíveis (BENUCCI, MOTTA, et al., 2006). Os pavimentos rígidos em sua maioria são caracterizados por estruturas de concreto, como exemplo as placas de concreto que tem como ponto principal a baixa taxa de deformação, a qual acaba transferindo a carga de modo vertical e mais equilibrada para a sub-base. (MEDINA, 1997). Pavimento flexível é aquele que em sua totalidade sofre deformação elástica significativa por conta dos esforços sobrepostos, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Já o pavimento semirrígido, caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias, como por exemplo, por uma camada de material de jazida acrescida de solo, cimento e revestida por uma camada asfáltica. (Manual do DNIT, 2006).

Segundo Pinto et al (2001) o pavimento flexível tem como característica a deformação de todas as suas camadas constituintes de forma elástica, variando de acordo com a carga exercida, transmitindo a mesma de forma equilibrada para todas as camadas.

De acordo com Senço, (2001) o pavimento semirrígido tem características parecidas com as do pavimento flexível, mas diferem no material das suas bases, já que o semirrígido é tradicionalmente feito por meio de materiais estabilizados quimicamente, a base de aglomerantes.

O pavimento se resume em uma camada, possivelmente impermeável, que recebe absolutamente a atuação de esforços do tráfego além de melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de trafegabilidade, conforto, segurança e resistência ao desgaste temporal de agentes externos, ou seja, aumentando a durabilidade da estrutura, podendo ser construído de várias maneiras como Pavimentação em Paralelepípedos, TSD, CBUQ, entre outros. (SENÇO, 2001)

Figura 1 –Classificação dos Revestimentos.



Fonte: Manual de Pavimentação 3. Ed – DNIT, 2006

2.1 – Pavimentação em paralelepípedo

A pavimentação em paralelepípedo é um tipo de revestimento utilizado há muitos anos, porém ela sofreu diversas modificações ao longo do tempo para encontrar-se a melhor forma de executá-la. Há muito tempo atrás os paralelepípedos eram maiores e mais difíceis de trabalhar, com o passar do tempo foram sendo moldados até chegar no que conhecemos atualmente, o paralelo que apresenta um tamanho considerado médio, melhorando o processo executivo da pavimentação. (SENÇO, 2007).

Atualmente a pavimentação de paralelepípedos é uma alternativa muito utilizada em ruas urbanas pela capacidade de carga que ela resiste, uma vez que áreas urbanas incidem uma menor carga ao pavimento por conta dos tipos de veículos que trafegam diariamente. Além disso, o pavimento em paralelo ao longo do tempo acaba se tornando a base ideal para aplicação do material betuminoso se comportando perfeitamente para recebimento deste pavimento. (SENÇO, 2007)

A pavimentação em paralelepípedos define-se na classificação de pavimentos flexíveis por se tratar de um pavimento do tipo calçamento com material rochoso, com dimensões paralelas uniformes ou não uniformes, na maioria das vezes em formato retangular, também classificada como pedra afeiçoada ou pedra bruta trabalhada para determinados fins específicos, tais como paralelepípedos. (Manual do DNIT, 2006).

2.1.1 – Projeto

De acordo com Senço (2007), para a realização de um projeto de pavimentação, se faz necessária a realização de estudos que assegurem a viabilidade do mesmo, sendo apresentados no projeto todos os pontos relevantes para a execução do empreendimento, como por exemplo, as definições, características e especificações que compõem seu entorno. Sendo assim, é indispensável à presença da topografia e a definição dos tipos de matérias e serviços a serem utilizados no âmbito da execução.

As características geométricas da pista de rolamento em função da região atravessada e da classe da rodovia são de suma importância para a definição do projeto. Definida a largura da

via os elementos numéricos constituintes da nota de serviço de pavimentação serão obtidos a partir das características apresentadas pela plataforma construída, mediante levantamento topográfico, mesmo quando são desconhecidos os elementos da implantação básica. Define-se a seção de corte e aterro do terreno natural conforme perfil projetado em seguida define-se a terraplenagem. De acordo com o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais – IPR / DNER - 1999, as larguras do revestimento para as diversas classes de rodovias nas regiões planas onduladas montanhosas ou escarpadas são as seguintes; Classe Especial 7,50m; Classe I 7,00 m e Classe II e III 6,00m a 7,00m. (SENÇO, 2007)

2.1.2 – Execução

Segundo a Instrução Técnica (IT-02) do Estado de Goiás, o pavimento com blocos em paralelepípedo é composto pelas seguintes camadas: subleito; base; camada de assentamento; e camada de revestimento.

Para dar início ao processo de pavimentação, se faz necessário a terraplanagem do local, e posteriormente é realizada a aplicação da areia sob o local para a formação do colchão de areia sobre a camada de base acabada. Neste processo, a areia deve ser espalhada manualmente, onde, se faz necessário o uso de régua niveladora e guias para que se possa fazer corretamente a nivelação do terreno, evitando que alguns trechos fiquem com uma camada maior de areia, e também forneça o alinhamento necessário para a execução do assentamento. (Estado de Goiás, IT-02)

Ainda de acordo com a IT-02 do Estado de Goiás, a espessura da camada de areia deve ser padronizada para evitar que posteriormente a pavimentação venha a manifestar ondulações. No processo de execução a equipe responsável deve sempre fazer as devidas verificações necessárias para garantir o alinhamento desejado, dispondo da utilização de linhas guias, tanto para a largura quanto para o comprimento da rua. Deve-se realizar essa verificação a cada 5 metros por meio de linhas longitudinais e transversais, para que seja possível corrigir eventuais desajustes e assim poder fazer o processo de rejunte e compactação. (Estado de Goiás, IT-02)

Conforme a resolução 07/2010 da Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura do Rio de Janeiro (2004), o processo de rejuntamento dos paralelepípedos pode ser efetuado logo após seu assentamento, o rejunte pode ser feito utilizando argamassa de cimento e areia, que deve seguir o traço indicado pelo projeto. Além disso, será necessária a utilização de vassouras adequadas para o espalhamento da argamassa, possibilitando que a mesma penetre as juntas existentes nos paralelepípedos, realizando assim, o preenchimento total desses espaços. A compactação pode ser realizada logo após o rejunte, utilizando para esse processo a placa vibratória, afim de corrigir possíveis imperfeições que podem surgir durante a execução.

2.1.3 – Manutenção

Segundo o Senço (2007), a manutenção deve ser feita nas pedras que acabam se deslocando ou cedendo com o decorrer do tempo, com infiltração ou com a movimentação de veículos inapropriados. A pavimentação em paralelepípedo tem sua manutenção realizada de forma manual, através das retiradas das pedras de paralelepípedos, efetuando a regularização e compactação do colchão de areia, para que não ocorra o risco de ceder com a passagem de veículos pesados, logo após a reaplicação dos paralelos e enfim o rejuntamento com a argamassa. É importante ressaltar que o local deve ser isolado para respeitar o tempo de cura da pavimentação.

2.2 – Pavimentação em TSD

O Tratamento superficial consiste na aplicação de ligantes asfálticos e agregados sem mistura prévia na pista, com posterior compactação que promove o recobrimento parcial e a adesão entre agregados e ligantes. Conforme o número de camadas tem-se os intitulados, tratamento superficial simples, duplo ou triplo. (BERNUCCI ET AL, 2006).

De acordo com a Norma 147/2012-ES, o tratamento superficial duplo – TSD pode ser definido da seguinte forma: "Pavimento com camada de revestimento constituída por duas aplicações de ligante asfáltico, conforme nome sugestivo duplo, cada camada coberta por outra camada de agregado mineral, brita de espessuras diferentes, sendo elas definidas em projeto, e submetida à compressão para conclusão do pavimento. "

Conforme o manual de pavimentação 3ª edição do DNIT, o pavimento em TSD, é classificado como pavimento flexível, fazendo parte dos revestimentos betuminosos, por penetração haja vista que o mesmo não é produzido numa usina, sendo aplicados os materiais distintos in loco.

2.2.1 – Projeto

Segundo Senço (2007), um projeto de pavimento enquadra-se de forma total na definição de projeto da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Deve-se detalhar todos os elementos necessários para a execução da obra fornecendo dados de localização, tipo de material, cotas, níveis, distâncias e demais definições de execução. Deverá ser descrito o tipo de ligante, tipos de agregados modos de execução com definição de espalhamento.

O estudo do subleito de estradas de rodagem, ruas residenciais ou coletoras e avenidas etc., com caracterização de elementos necessários para a que a terraplenagem seja executada e concluída tem como objetivo, o reconhecimento dos solos visando à caracterização das diversas camadas e o posterior traçado dos perfis para efeito do projeto de pavimento. O estudo de diferentes materiais para pavimentação tem como objetivo o reconhecimento e a caracterização dos minerais de jazidas como fonte de matéria-prima para a utilização na construção das diversas camadas de reforço do subleito, sub-base, base e revestimento, de acordo com o projeto do pavimento. (Manual do DNIT, 2006).

2.2.2 – Execução

Com a base pronta é preciso executar a imprimação inicial, que consiste na pintura da superfície precedido da varredura do local, a fim de eliminar as partículas em pó. Além disso, o tipo de ligante determinado pela relação entre a viscosidade e a temperatura é diretamente influenciável pela temperatura de aplicação. (BERNUCCI ET AL, 2006)

O espalhamento do agregado é realizado com caminhões basculantes, despejando e espalhando o agregado por cima do composto ligante, sendo, posteriormente, comprimido por um rolo compactador. Esta definição de compressão é muito relativa, pois é necessário um acompanhamento atencioso, já que são diversas variáveis que implicam na boa execução, como o tipo de rolo e a característica do agregado utilizado. (BERNUCCI ET AL, 2006)

As etapas de execução são definidas conforme projeto, seguindo na maioria dos casos a compactação da borda para os eixos centrais em trecho planos, e nos trechos curvos trabalha-se do nível mais baixo para o mais alto da pista em relação à curva. Além do mais o que define o tipo de pavimento é a quantidade de camadas a serem executadas de acordo com o projeto, TSD – Tratamento Superficial Duplo. (SENÇO, 2007)

2.2.3 – Manutenção

Segundo Senço (2007), a manutenção de pavimentos asfálticos, consiste em corrigir problemas que aparentam ser convencionais, como a impermeabilização das fissuras e defeitos superficiais, para que essas fissuras não se transformem em rachaduras causando um problema maior no pavimento. Existe também a necessidade de possíveis tapa-buracos, que consistem no preenchimento de panelas[2] surgidas na estrutura do pavimento, caso as áreas afetadas sejam mais amplas, aplica-se a técnica conhecida como panos, que são coberturas maiores por conta do tamanho das áreas. E por fim podendo acontecer existe também o recapeamento em trechos contínuos de extensão maior e que correspondem à execução de uma nova capa de rolamento, sobre a antiga, precedido ou não de camada de regularização. (SENÇO, 2007)

Com o passar do tempo a repetição de recapeamentos pode acarretar diversos fatores inconvenientes, pelo progressivo acumulo da espessura da camada de rolamento. Entre os principais problemas, podem ser elencados alguns como: dificuldades, sobretudo para os veículos pesados direcionarem-se aos acostamentos quando necessário, por conta dos degraus formados entre as bordas das pistas e os acostamentos, sobrecarga nas obras-de-arte pela superposição das camadas. Quando esse recapeamento é feito muitas vezes ao longo do tempo é necessário a verificação da obra de arte, podendo chegar a uma situação preocupante, nas rodovias onde existem túneis, a sucessão de recapeamentos reduz a altura livre, o que, evidentemente, deve ser evitado. (SENÇO 2007)

A solução para evitar esses problemas consiste em efetuar um corte da parte danificada, tratar o local e repor uma nova camada, ocupando o mesmo espaço físico da anterior. Os processos para tanto diferem em função de reaproveitamento ou não do material cortado. (SENÇO, 2007)

2.3 – Pavimentação CBUQ

De acordo com Nogueira (1961), CBUQ (Concreto betuminoso usinado a quente) é a mistura de agregados (pedra britada, pó de pedra e areia), e cimento asfáltico de petróleo (CAP), meticulosamente dosados a quente em usinas apropriadas. Após o processo de mistura é de suma importância que o material não esfrie durante o trajeto usina/obra, pois o processo de execução que consiste no espalhamento e compactação da mistura depende da alta temperatura para manter a trabalhabilidade do material. As usinas podem ser fixas sendo construída num local estudado para poder ter logística de fabricação e transporte, bem como moveis, sendo possível transportá-las para locais diversos possibilitando maior raio de atendimento, uma vez que ela é movida por caminhões que trafegam qualquer distância. (BERNUCCI ET AL, 2006)

2.3.1 – Execução

Após a execução da base, deve ser realizada a imprimação da mesma para o recebimento do concreto asfáltico, além disso, a superfície deverá estar livre de sujeiras ou agregados soltos, segundo a norma DNIT 031/2004 – ES. Se sob a imprimação, estiver ocorrido tráfego intenso de veículos ou ultrapassar sete dias da mesma, deverá ser realizada a pintura de ligação, normalmente através do espargidor[3], para restaurar a imprimação antes da execução da camada.

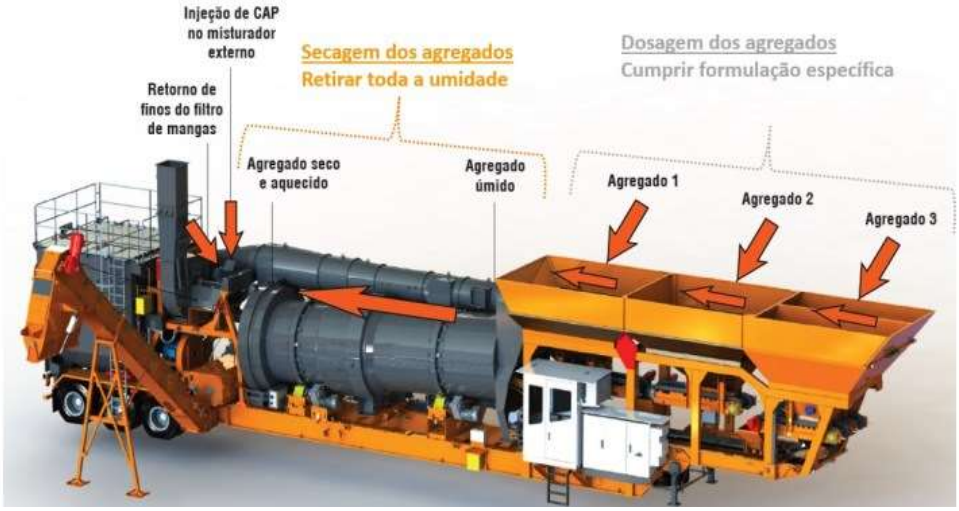
---

[2] Panelas - Cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o desplacamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas.

[3] Espargidor: máquina que detém em seu tanque emulsões asfálticas de aquecimento e bombeamento para pavimentar o solo de rodovias.

Após o CBUQ sair da usina o material deve ser transportado em caminhões basculantes até o local da pavimentação, segundo Nogueira (1961), é de suma importância que o material não esteja a temperatura menor que 120°c para a aplicação. De acordo com Senço (2001), após o espalhamento da mistura com auxílio da vibro-acabadora[4], deverá imediatamente iniciar o processo de rolagem.

Figura 2 – Usina Móvel de Fabricação de Concreto Betuminoso Usinado a Quente



Fonte: Autor Desconhecido

Figura 3 – Processo de Execução da Pavimentação em CBUQ

Fonte: Autor Desconhecido

3. ORÇAMENTO E CONTRATAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS

Para desenvolver o orçamento de um processo de licitação é necessário estar de posse dos documentos desenvolvidos pela equipe técnica de engenharia do município, como por exemplo, o levantamento topográfico, o projeto completo, o memorial descritivo das especificações técnicas e os estudos geotécnicos quando necessário. O orçamentista deve efetuar a memória de cálculo detalhada para ter todos os quantitativos para a execução da obra. É importante conhecer os parâmetros para orçamentos de obras públicas, pois é dever dos órgãos seguir as normas e regras de execução de planilhas orçamentárias. (LIMMER, 2008).

[4] Vibro-Acabadora: equipamento que executa a aplicação, nivelamento e pré-compactação do concreto asfáltico em obras de pavimentação.

De acordo com a lei 8.666/1993, Lei de licitações, no Artigo 6º, considera-se: “Obra - toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada por execução direta ou indireta. ” (BRASIL, 1993)

Deste modo para fins de orçamento é imprescindível analisar a lei em diversos pontos como: “Projeto Básico - conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução [...]." (BRASIL, 1993)

Com base na lei é possível corroborar com a afirmação de LIMMER (2008) a respeito da importância de conhecer os parâmetros orçamentários para as obras públicas, e também, entender as necessidades do conjunto de elementos necessários para o orçamento.

Conforme o manual de obras públicas (4º Edição 2014), o orçamento detalhado deve levar em consideração todos os custos unitários e a aplicação do detalhamento dos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), valor percentual que incide sobre o custo global de referência para realização da obra ou serviço de engenharia.

O Decreto nº 7.893 (08 de abril de 2013) define regras e critérios de desenvolvimento de planilhas orçamentárias para serviços de engenharia que serão executadas com recursos públicos. Um fator importante na criação de orçamentos públicos são os bancos de dados que podem ser utilizados, sendo o principal deles o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI.

Com a SINAPI é possível efetuar composição de custos orçamentários e individuais de diversos tipos de obras, no caso de pavimentação em Tratamento Superficial Duplo – TSD, Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ e pavimentação em paralelepípedos podemos realizar uma planilha orçamentária completa com todos os itens necessários.

4. METODOLOGIA

Analisar as características da cidade e refletir sobre as possibilidades de aperfeiçoá-las cada vez mais é muito importante, por isso a percepção interpretativa para a busca de melhoria é o que faz o profissional identificar os melhores processos. Neste intuito, quando pesquisamos, fizemos emergir uma competência interpretativa sem igual. A investigação proporciona a possibilidade de intervenção assertiva de acordo com a realidade, como identificar e efetuar críticas construtivas, a fim de buscar a resolutividade para tais situações com um diálogo pensador.

De acordo com Demo (2012) o elemento essencial da investigação é o questionamento organizado que faz despontar a criatividade, reflexão e olhar clínico. Paralelamente a busca de respostas para as possíveis pavimentações a serem implantadas por meio desta investigação, foi realizada através do estudo de aspectos relacionados ao custo-benefício, execução, manutenção e durabilidade de cada pavimento.

Através de visitas in loco para poder visualizar o local de estudo para possível intervenção podemos colher informações de extrema importância e relevância para a definição que precisávamos.

Com pesquisas e dados colhidos através de informações da Secretaria Municipal de Infraestrutura Serviços Públicos e Desenvolvimento Urbano da Prefeitura de Municipal Jacobina, foi possível obter acesso a projetos, orçamentos e detalhes que auxiliaram nos estudos e na compatibilização de informações obtidas em campo.

Em posse dos materiais, foi possível desenvolver um estudo ao qual nós pudéssemos definir através de dados fidedignos o tipo de pavimento que poderíamos aplicar para a melhoria

do bairro Jacobina II. Aplicando a metodologia de pesquisa e visita in loco, além da análise de projetos e demais documentos referentes à pavimentação do referido bairro, foi possível desenvolver um trabalho com diversas informações que nos proporcionou a tomada de decisões.

Na visita de campo em diferentes locais foram analisados os aspectos mais importantes para a definição de características semelhantes e opostas, tendo assim uma gama de materiais que foram triados e comparados para que o melhor fosse definido conforme discutido.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O bairro de Jacobina II, local escolhido para a análise possui diversas ruas a serem pavimentadas, conforme podemos ver na imagem abaixo marcada com o traçado preto:

Figura 04 – Bairro Jacobina II Ruas sem pavimento demarcadas

Fonte: (GOOGLE EARTH, 2022)

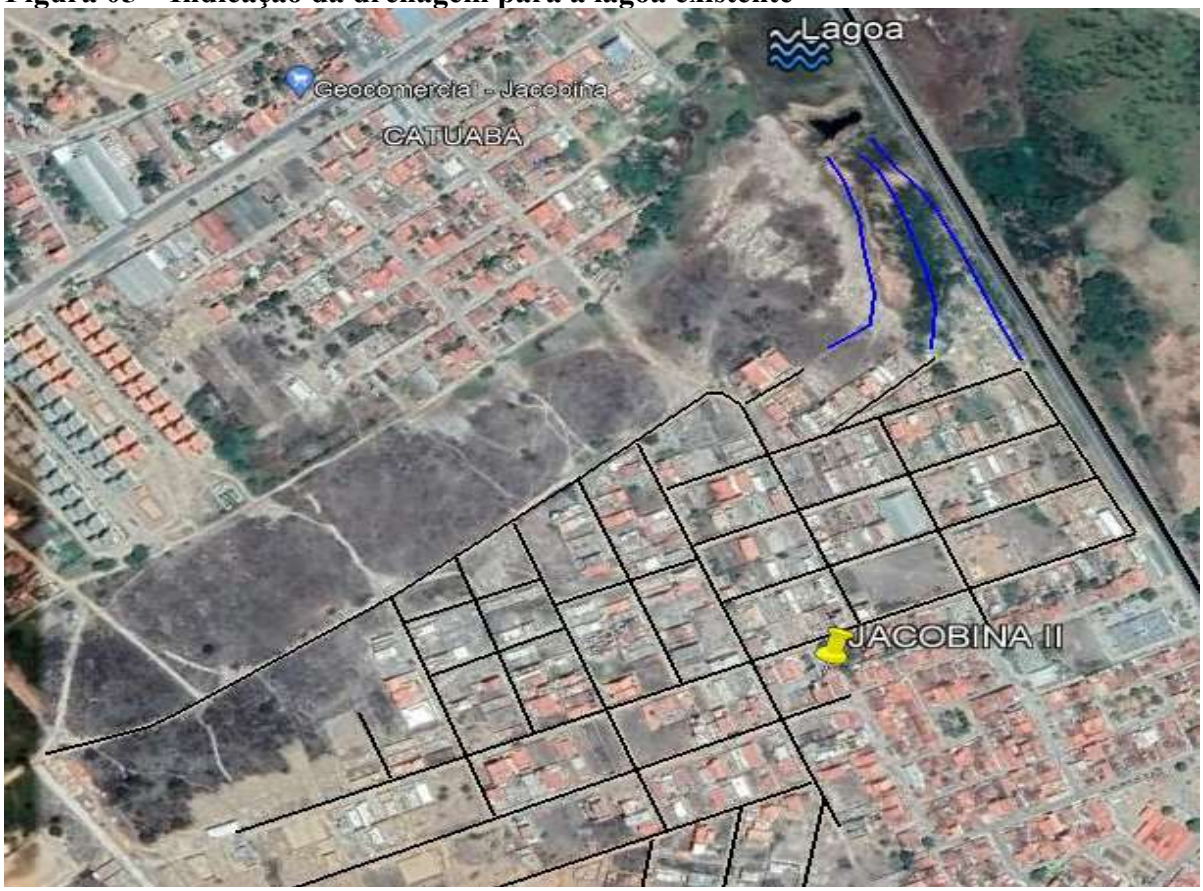
O bairro é predominantemente composto por residências, e principalmente nas ruas que ainda não possuem pavimento tem cerca de 38.750 m² de área a ser pavimentada conforme projeto. Vale ressaltar que ainda tem área de expansão, com inúmeras residências edificadas em todo o trecho projetado, com uma extensão linear de aproximadamente 5,5 km, e desnível de 5,33%, isso, levando em consideração a maior rua na cota do ponto mais alto de projeto, que é de 491,7m para a cota mais baixa de 454,4m, sendo que a distância que separam estas cotas são de aproximadamente 700m de extensão linear.

Através dos dados coletados é possível verificar que o desnível é considerado normal e que tanto a pavimentação em paralelepípedos quanto a pavimentação em TSD suportam a drenagem superficial, sem haver necessidade de drenagem profunda.

Toda essa contribuição das águas pluviais seguirá em direção da lagoa formada na parte baixa próxima a BR 324 onde a mesma tem uma manilha instalada para o dreno das águas para o outro lado da pista.

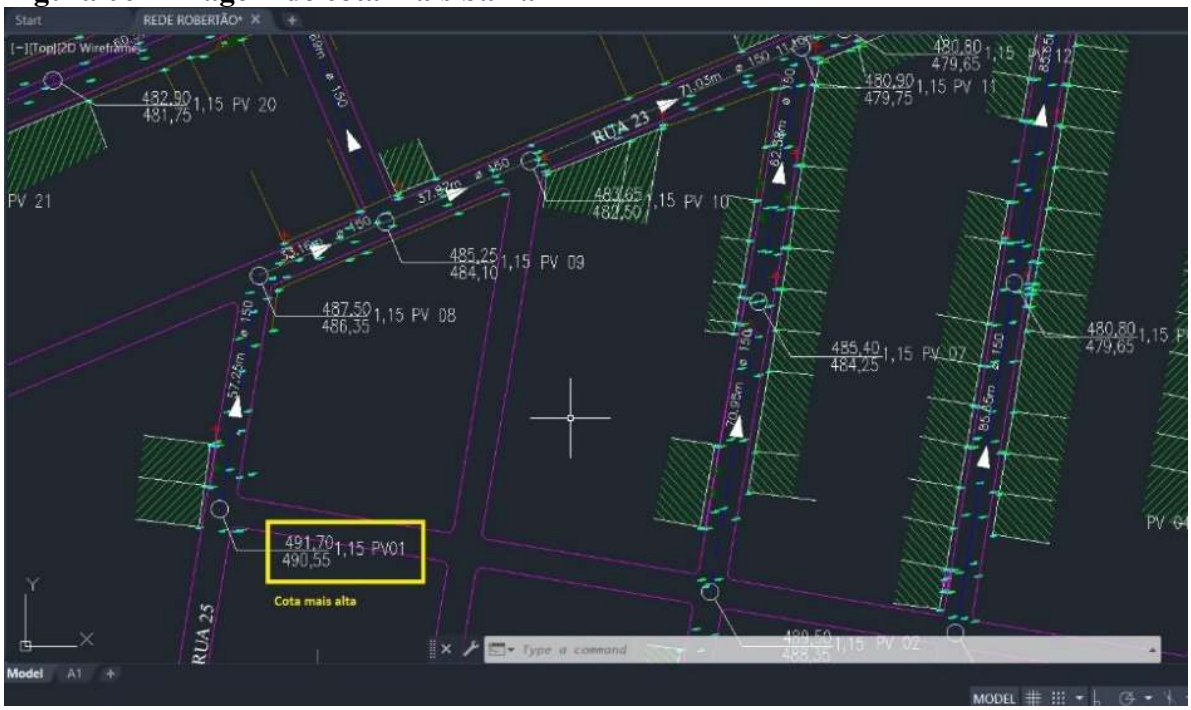
As cotas designam a topografia do terreno. A figura 04 nos mostra a direção das águas que tem como destino o lago citado anteriormente.

Figura 05 – Indicação da drenagem para a lagoa existente



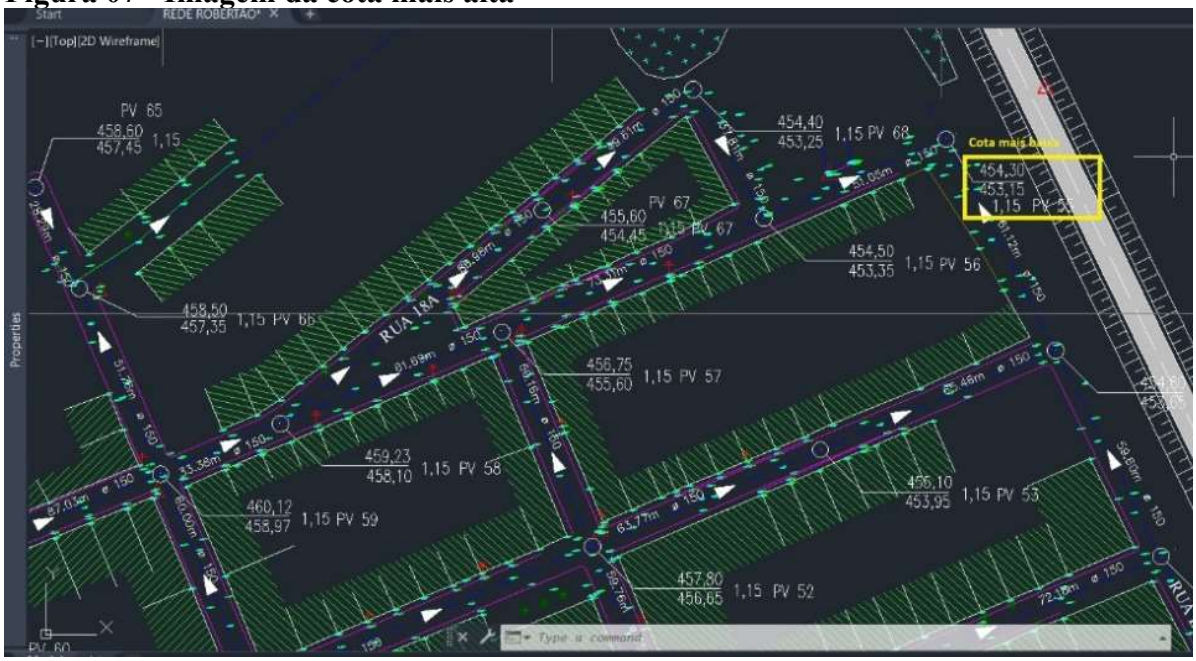
Fonte: (GOOGLE EARTH, 2022)

Figura 06 - Imagem de cota mais baixa



Fonte: (PREFEITURA MUNICIPAL DE JACOBINA, 2022)

Figura 07 - Imagem da cota mais alta

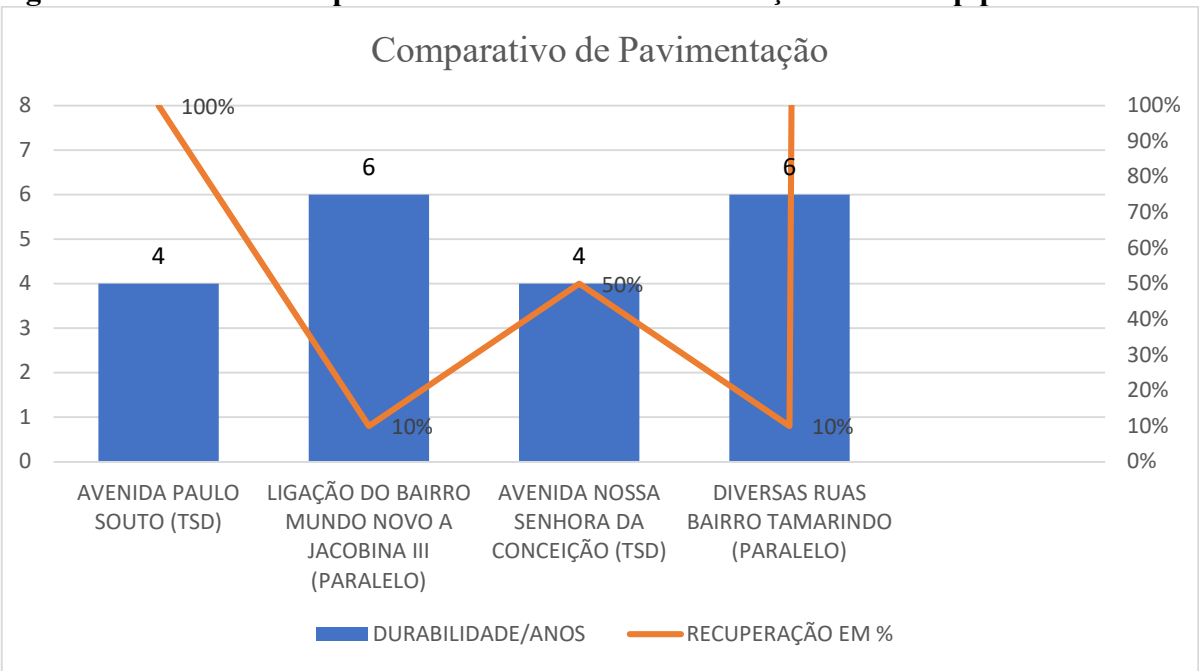


Fonte: (PREFEITURA MUNICIPAL DE JACOBINA, 2022)

Após a estudar do projeto e a memória do cálculo foi possível efetuar comparações e definir parâmetros de analises para chegar ao melhor pavimento para a região.

Aspectos como tempo de duração para os tipos de pavimentos e suas resistências as situações diversas, são fatores que fazem a diferença. É inegável que tratando – se de uma obra pública um dos pilares que mais pesa é o custo da obra no geral, além disso, no caso em especifico os tipos de pavimentos propostos diferem da maneira de execução, porém tem aspectos que fazem com que o paralelepípedo se destaque em relação ao TSD.

Figura 08 –Gráfico Comparativo Durabilidade/Manutenção– Paralelepípedo/TSD



Fonte: Autoria Própria (2022)

Através do gráfico podemos perceber que as vias pavimentadas em TSD tiveram uma durabilidade menor, com maior incidência de recuperação, a Avenida Paulo souto por exemplo, no intervalo de 4 anos foi feita duas vezes, a Avenida Nossa Senhora da Conceição foi reformada em 50% de sua extensão, o que torna possível concluirmos que a pavimentação em TSD tem suas particularidades quanto a durabilidade. Já nas vias de pavimento em paralelo é possível observarmos que tanto uma quanto a outra já tem 6 anos de executada e sua recuperação está em torno de 10% da extensão da via. Levando em consideração a durabilidade da via o pavimento em paralelo está muito a frente do TSD. É de suma importância ressaltar que as informações foram colhidas com o órgão responsável pela execução das Obras.

Figura 09 - Avenida Paulo Souto anterior a 2ª vez que foi refeita.

Fonte: (PREFEITURA MUNICIPAL DE JACOBINA, 2013)

Figura 10 – Avenida Nossa Senhora da Conceição antes do recapeamento.

Fonte: (PREFEITURA MUNICIPAL DE JACOBINA, 2013)

Figura 11 – Avenida Nossa Senhora da Conceição antes do recapeamento.

Fonte: (PREFEITURA MUNICIPAL DE JACOBINA, 2013)

Figura 12 – Avenida Nossa Senhora da Conceição - Atualmente

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA, 2022.

Figura 13 – Regularização do subleito

Fonte: (PREFEITURA MUNICIPAL DE JACOBINA, 2015)

Foto 14 – Pavimentação em paralelepípedo em execução

Fonte: (PREFEITURA MUNICIPAL DE JACOBINA, 2015)

Figura 15 - Avenida de Ligação Jacobina III a Mundo Novo – Atualmente

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA, 2022.

Com a memória de cálculo quantitativa, foram elaboradas duas planilhas orçamentárias para os fins comparativos. Foram respeitados os preços referencias das tabelas SINAPI, SICRO e ORSE para cada serviço necessário para a aplicação dos mesmos, utilizando um BDI igualitário entre as duas, na faixa dos 25%.

No caso do Bairro em questão, o fator custo entre as duas pavimentações ficaram ajustados na mesma faixa de preço, levando em consideração, que os serviços de movimento de terra para uma pavimentação em TSD de qualidade deve seguir parâmetros rigorosos de compactação, onerando assim o preço da obra final.

Segundo dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Jacobina, uma rua pavimentada em paralelepípedo leva em torno de 7 a 10 anos para serem feitas as primeiras manutenções, que, na maioria dos casos, são causados por fatores externos ao pavimento, como rompimento de tubulação de drenagem, que, acaba causando um descarrilamento de material, fazendo com que o pavimento venha a ceder.

Tabela 01 - Orçamento da pavimentação em paralelepípedo

ITEM	CÓD.	ESPECIFICAÇÃO	UN	QT.	P. UNIT.	P. C/ BDI	P. TOTAL
1.0		**ADMINISTRAÇÃO ESPECIFICA DA OBRA**					**157.543,20**
1.1	90776	Encarregado geral com encargos complementares	h	960	32,67	40,84	39.206,40
1.2	90777	Engenheiro civil de obra júnior com encargos complementares	h	600	108,08	135,10	81.060,00
1.3	90781	Topografo com encargos complementares	h	960	31,06	38,83	37.276,80
2.0		**SERVIÇOS PRELIMINARES**					**25.684,33**
2.1	4813	Placa de obra (para construção civil) em chapa galvanizada *n. 22*, adesivada, de *2,0 x 1,125* m	m2	6,00	272,50	340,63	2.043,78
2.2	99064	Locação de pavimentação. af_10/2018	m	38755	0,49	0,61	23.640,55
3.0		**TERRAPLANAGEM**					**219.243,40**
3.1	100576	Regularização e compactação de subleito de solo predominantemente argiloso. af_11/2019	m2	38755	2,56	3,20	124.016,00
3.2	100974	Carga, manobra e descarga de solos e materiais granulares em caminhão basculante 10 m³ - carga com pá carregadeira (caçamba de 1,7 a 2,8 m³ / 128	m3	6265	8,28	10,35	64.842,75

		hp) e descarga livre (unidade: m3). af_07/2020					
3.5	93588	Transporte com caminhão basculante de 10 m³, em via urbana em leito natural (unidade: m3xkm). af_07/2020	m3x km	8416,80	2,89	3,61	30.384,65
4.0		**PAVIMENTAÇÃO**					**4.707.733,38**
4.1	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	11014	45,05	56,31	620.198,34
4.2	04960/ORSE	Meio-fio granítico, sobre base de concreto simples e rejuntado com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 (para travamento)	m	550,70	37,62	47,03	25.899,42
4.3	101169	Execução de pavimento em paralelepípedos, rejuntamento com argamassa traço 1:3 (cimento e areia). af_05/2020	m2	38755	78,10	97,63	3.783.650,65
4.5	95875	Transporte com caminhão basculante de 10 m³, em via urbana pavimentada, dmt até 30 km (unidade: m3xkm). af_07/2020	m3x km	97197,54	2,29	2,86	277.984,96
5.0		**SINALIZAÇÃO**					**11.938,58**
5.1	5213417	Placa em aço nº 16 galvanizado com película retro refletiva tipo i + iii - confecção.	m2	16,24	333,41	416,76	6.768,18
5.2	13521	Placa de aço esmaltada para identificação de rua, *45 cm x 20* cm	un	46,00	89,92	112,40	5.170,40
6.0		**LIMPEZA**					**23.253,00**
6.1	06191/ORSE	Limpeza de ruas (varrição e remoção de entulhos)	m2	38755,00	0,48	0,60	23.253,00
					VALOR TOTAL:		**5.145.395,89**

Fonte: (Prefeitura Municipal de Jacobina, 2022)

De acordo com a planilha podemos efetuar a média do m² de pavimento em paralelepípedo efetuado a divisão do valor final da planilha pela quantidade em m² que foi projetada, neste caso é possível obtermos o seguinte valor:

Somatório dos serviços: R$ 5.145.395,89

Total em m² a ser pavimentado: 38.755

Valor de pavimentação por m² = R$ 132,76

Tabela 02 - Planilha de execução do TSD

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QT.	R$ UNIT	R$ C/BDI	R$ TOTAL
1	**ADMINISTRAÇÃO LOCAL DA OBRA**						**147.053,57**
1.1	90776	Encarregado geral com encargos complementares	h	960	32,67	40,84	39.204,08
1.2	90777	Engenheiro civil de obra júnior com encargos complementares	h	600	108,08	135,10	81.060,17
1.3	90781	Topografo com encargos complementares	h	690	31,06	38,83	26.789,31
2	**SERVIÇOS PRELIMINARES**						**65.085,83**
2.1	4813	Placa de obra (para construção civil) em chapa galvanizada *n. 22*, adesivada, de *2,4 x 1,2* m (sem postes para fixação)	m2	6	272,50	340,63	2.043,75

2.2	93208	Execução de almoxarifado em canteiro de obra em chapa de madeira compensada, incluso prateleiras. af_02/2016	m2	30	1.048,12	1.310,15	39.304,58
2.3	99064	Locação de pavimentação. af_10/2018	m	38755	0,49	0,61	23.737,49
3	**TERRAPLANAGEM**						**2.423.707,39**
3.2	100576	Regularização e compactação de subleito de solo predominantemente argiloso. af_11/2019	m2	38755	2,56	3,20	124.016,27
3.3	101248	Escavação vertical a céu aberto, em obras de infraestrutura, incluindo carga, descarga e transporte, em solo de 1ª categoria com escavadeira hidráulica (caçamba: 1,2 m³ / 155hp), frota de 10 caminhões basculantes de 14 m³, dmt de 6 km e velocidade média22km/h. af_05/2020	m3	12595,375	25,49	31,86	401.321,00
3.4	100573	Execução e compactação de base e ou sub-base para pavimentação de solo (predominantemente argiloso) brita - 50/50 - exclusive solo, escavação, carga e transporte. af_11/2019	m3	12595,375	88,86	111,08	1.399.034,30
3.5	96396	Execução e compactação de base e ou sub base para pavimentação de brita graduada simples - exclusive carga e transporte. af_11/2019	m3	1937,75	153,20	191,50	371.079,93
3.6	95878	Transporte com caminhão basculante de 10 m³, em via urbana pavimentada, dmt até 30 km (unidade: txkm). af_07/2020	txkm	32941,75	1,54	1,93	63.413,01
3.7	100974	Carga, manobra e descarga de solos e materiais granulares em caminhão basculante 10 m³ - carga com pá carregadeira (caçamba de 1,7 a 2,8 m³ / 128 hp) e descarga livre (unidade: m3). af_07/2020	m3	6265	8,28	10,35	64.842,89
4	**PAVIMENTAÇÃO**						**2.226.140,99**
4.1	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	11014	45,05	56,31	620.227,21
4.2	96401	execução de imprimação com asfalto diluído cm-30. af_11/2019	m2	38755	6,95	8,69	336.684,79
4.3	97807	pavimento com tratamento superficial duplo, com emulsão asfáltica rr-2c, com capa selante. af_01/2020	m2	38755	26,20	32,75	1.269.228,99
5	**SINALIZAÇÃO**						**58.444,75**
5.1	5213417	Placa em aço nº 16 galvanizado com película retro refletiva tipo i + iii - confecção	m2	16,24	333,41	416,76	6.768,24
5.2	13521	Placa de aço esmaltada para identificação de rua, *45 cm x 20* cm	un	46	89,92	112,40	5.170,41
6.0	**LIMPEZA**						**23.253,05**
6.1	6191/ ORSE	Limpeza de ruas (varrição e remoção de entulhos)	m2	38755	0,48	0,60	23.253,05
				VALOR TOTAL:			**4.943.685,57**

Fonte: (Prefeitura Municipal de Jacobina, 2022)

Como podemos notar as planilhas orçamentárias, o custo para se implementar qualquer uma das modalidades ficaram próximo a casa dos R$ 5 milhões, destaque positivo para pavimentação em TSD, que apesar da crença que os revestimentos betuminosos são mais caros, mostrou uma leve vantagem em relação ao preço do pavimento em paralelo.

Somatório dos serviços: R$ 4.943.685,57

Total em m² a ser pavimentado: 38.755

Valor de pavimentação por m² = R$ 127,56

O segundo pleito, e mais importante do comparativo, é o custo de manutenção entre os dois, como os pavimentos flexíveis tendem a serem relativos com as condições climáticas e fluxo de veículos específicos na via, não identificamos literatura que nos embase em um tempo exato de durabilidade do mesmo. Outrossim, SONCIM, et. al (2013), nos mostra que apenas 23% das vias baianas em TSD com menos de 10 anos de execução ainda não passaram por trabalhos de manutenção. Deste modo apesar do custo está relativamente menor, o comparativo entre relação de tempo e manutenção faz com que o pavimento em paralelo se torne uma opção mais adequada para minimizar os possíveis problemas futuros que podem aparecer.

6. CONCLUSÃO

Pela observação dos aspectos analisados anteriormente, seguindo a vertente de viabilidade econômica e os dados históricos coletados através da Secretaria de Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano de Jacobina-BA, com o fim comparativo entre os dois tipos de pavimentação, a execução em paralelepípedos, mesmo tendo valor mais elevado que o TSD se torna mais vantajosa para o bairro Jacobina II.

Com base nos comparativos de durabilidade dos dois tipos de pavimentação na cidade, podemos observar que o histórico do TSD na cidade não é favorável no âmbito em questão, considerando que, em duas vias importantes da cidade foi necessária uma grande porcentagem recapeamento em curto espaço de tempo para garantir a trafegabilidade nas mesmas.

Diferente da pavimentação em paralelepípedo, que, por mais que seja um método rústico, garantiu uma boa qualidade de trafegabilidade e mostrou que a durabilidade do mesmo é superior ao pavimento TSD, sendo necessário apenas pequenos reparos pontuais para manutenção da qualidade da via de rolamento.

Com isso, podemos visualizar o quão importante é o aprofundamento nos estudos característicos das pavimentações e seus locais de implantação, pois, inúmeras variáveis podem interferir na qualidade do pavimento, nos levando a entender, que fatores externos como clima e relevo do local são de suma importância no processo de escolha, bem como, a minuciosa análise orçamentária, levando em consideração que nem sempre a execução menos onerosa é a melhor escolha.

7. AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a Deus por todas as bençõs derramadas em nossas vidas, e por ter nos iluminando durante todo o curso. Agradecemos a todos os professores pelos ensinamentos e instruções passadas para nós, aos nossos familiares e amigos que sempre estiveram dispostos a nos ajudar e nos incentivar durante toda essa jornada.

Agradecemos a nossa orientadora, Camila Prinz, pela correção e orientação do trabalho de conclusão de curso. Gostaríamos de agradecer, também, a Faculdade AGES por escolher a cidade de Jacobina em seu processo de expansão educacional, possibilitando a realização desse objetivo, que é a formação de Engenheiro Civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNUCCI, L. B.; CERATTI, J. A. P.; MOTTA, L. M. G.; SOARES, J. B.**Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. PETROBRAS, ABEDA, Rio de Janeiro, 2007.

BERNUCCI, Liedi Bariani. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. PETROBRAS: ABEDA, Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL, Constituição (1993), **Lei nº 8.666- art. 37**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm>. Acesso em: 12 abr. 2022

BRASIL. **Decreto nº 7.893 (2013)**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 abr. 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d7983.htm> Acesso em: 12 abr. 2022

BRASIL. **Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico.** Divisão de Capacitação Tecnológica. Manual de Projeto geométrico de rodovias. – Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL. **Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes.** Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de pavimentação. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006.

DEMO, Pedro. **Pesquisa e construção de conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas.** 7. ed. Rio de Janeiro: Tempo brasileiro, 2012.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT031/2004 - ES:Pavimentos flexíveis – concreto asfáltico**. Rio de Janeiro, 2004

IT-02 - **Manual de pavimentação Urbana.** AGETOP, Goiânia, 2016.

LIMMER, Carl V.. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. 2008. Editora Livros Técnicos e Científicos, LTC, 2008

MATTOS, A. D. **Como preparar Orçamentos de Obras - Dicas para orçamentistas - Estudos de caso - Exemplos**. Editora Pini Ltda., Primeira Edição, 2006

MEDINA, J. **Mecânica dos Pavimentos**. Editora UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.

NOGUEIRA, Cyro. **Pavimentação: projeto e construção**. Rio de Janeiro, 1961.

PINTO. S, PREUSSLER. E. **Pavimentação rodoviária – conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis**. Rio de Janeiro, 2001.

SENÇO, Wlastermiler. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. vol. 1. 2. ed. Ampl. São Paulo, 2007.

SENÇO, Wlastermiler. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. vol. 2. 1. ed. São Paulo, 2001.

SONCIM, Sergio; JÚNIOR, José; CAMPOS, Luis. **Modelo de desempenho da área de desgaste para tratamentos superficiais de pavimentos rodoviários.** Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2013.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas.** 4ª edição, Brasília, 2014