

**Projeto de substituição de pavimento flexível asfáltico betuminoso por pavimento flexível intertravado em blocos de concreto na Rua do Comércio Bairro Parque Dez de Novembro em Manaus-AM.**

Wesley Gomes Marques, Estudante de Engenharia Civil, Centro Universitário do Norte  
– UNINORTE, Manaus/AM

José Claudio Moura Benevides, Orientador no Centro Universitário do Norte –  
UNINORTE, Manaus/AM

**RESUMO**

Na tocante pavimentação, novas técnicas construtivas são extremamente necessárias, pois é este o principal agente impermeabilizante de áreas urbanas. Tendo em vista esta necessidade, este projeto tem como objetivo a troca da pavimentação da Rua do Comércio no Bairro Parque Dez de Novembro da cidade de Manaus – AM sob as coordenadas 3° 4'57.22"S 60°0,45'.38"O. Considerando cada etapa da substituição a fim de compreender ao projeto clareza e eficiência. Este trecho da avenida tem sérios problemas de infraestrutura, principalmente com a ineficiência de drenagem, o tipo de pavimento escolhido para esta área foi o pavimento flexível constituído de blocos de concreto intertravados, por este ter como principal característica a velocidade na implantação e condição de aliviar o sistema de drenagem, uma vez que trata-se de uma rua de tráfego intenso e de comércio de vários seguimentos, desta forma os impactos causados a população e aos empresários será a mínima possível, desde que as etapas do projeto descritas aqui, sejam seguidas a risca. Para a implantação de pavimento

intertravado para ambientes externos deve considerar os aspectos de uso, tais como: abrasão, tráfego de pedestres, cadeirantes e intempéries. Apesar de ser até 15% mais caro do que o pavimento asfáltico flexível tradicional, esse custo se reflete na economia com manutenção e adequação do sistema de drenagem. O tempo de retorno gira em torno de 15 anos e a instalação com a remoção do antigo pavimento é de 45 dias de acordo com cronograma de obra. O custo total da obra com adição de BDI segunda a tabela SINAPI 2018 é de R\$ R\$ 278.312,98.

Palavras – chave: Pavimento intertravado; Substituição; fácil manutenção.

## **ABSTRACT**

With regard to paving, new construction techniques are extremely necessary, as this is the main waterproofing agent in urban areas. In view of this need, this project has the objective of exchanging the paving of Rua do Comércio in the Bairro Parque Dez de Novembro in the city of Manaus - AM under the coordinates 3 ° 4'57.22 "S 60 ° 0.45'.38" O. Considering each step of the substitution in order to understand the project clarity and efficiency. This section of the avenue has serious infrastructure problems, mainly due to the inefficiency of drainage, the type of pavement chosen for this area was the flexible pavement made up of interlocked concrete blocks, as it has as its main characteristic the speed at the implantation and condition to alleviate the drainage system, since it is a street of intense traffic and commerce of several follow-ups, in this way the impacts caused to the population and to the entrepreneurs will be the minimum possible, as long as the stages of the project described here, are followed to the letter For the implementation of outdoor interlocking pavement, it should consider the aspects of use, such as: abrasion, pedestrian traffic, wheelchair users and inclement weather. Although it is up to 15% more expensive than traditional flexible asphalt pavement, this cost is reflected in the economy with maintenance and adequacy of the drainage system. The return time is around 15 years and the installation with the removal of the old pavement is 45 days according to the construction schedule. The total cost of the work with the addition of second BDI to the SINAPI 2018 table is R \$ 278,312.98.

**Key words:** Interlocked pavement; Replacement; easy maintenance.

## APRESENTAÇÃO

A necessidade real da sociedade moderna caracteriza-se pela busca constante de medidas não paliativas, porém precisas e calculadas.

O projetar e calcular agora concederá seguramente num futuro a médio e longo prazo estruturas sólidas que permitirão seu uso com custo de manutenção reduzidos.

É com esse pensamento que o profissional engajado e preparado estuda e encontra soluções viáveis e sustentáveis para os mais diversos problemas que envolvem engenharia e a sociedade. Pensando nisso, este trabalho foi desenvolvido sob a perspectiva da visão sustentável econômica viável e com custo relativamente baixo.

A Rua do Comércio no Bairro Parque Dez de Novembro é bastante movimentada e engloba diversos serviços de utilidade pública, contendo agências bancárias, lojas, supermercados, restaurantes e até uma delegacia.

Por se tratar de um local que sofreu um aterro para conformidade do terreno, este apresenta diversos problemas estruturais, sobretudo graças aos elementos de drenagem obsoletos. A falta de técnicas aprimoradas de aterramento e compactação contribuiu para uma série de sinistros que ocorrem sistematicamente em toda a sua extensão. Um exemplo disso é o fato de uma parte localizada a altura dos seus 212m ceder constantemente sempre que é período chuvoso e a pista permanece molhada por mais tempo do que o indicado por norma.

Com base nessas características escolheu-se por propor a substituição do pavimento tradicional flexível composto por asfalto betuminoso, por pavimento também flexível, porém este em blocos de concreto intertravado. Apesar de o pavimento flexível intertravado ser até 15% mais caro que o pavimento flexível asfáltico, sua manutenção é pontual e relativamente rápida, dessa forma pode-se contabilizar economia na manutenção que em curto prazo pode fazer com que o custo extra seja repostado em forma de economia com mão de obra. Mais uma característica vantajosa é a imediata liberação para tráfego, humano e de automóveis.

Ainda como características principais este tipo de revestimento apresenta excelente poder de absorção pluviométrica, além de ser sustentável e de baixo custo de implantação e manutenção, este ainda contribui para a redução da sensação térmica pois reflete boa parte dos raios solares, gerando economia ainda no sistema de iluminação pública em torno de 60%.

Por serem assentados sobre areia fofa, permitem a passagem das águas decorrentes da pluviosidade, simulando o processo natural de percolação. O simples fato de não impermeabilizar o solo, automaticamente alivia as solicitações dos elementos de drenagem tradicionais e contribui para o controle das enchentes que, diga-se de passagem, são constantes em períodos chuvosos.

A substituição do pavimento convencional por outros tipos de pavimento com maior permeabilidade pode aumentar a infiltração no solo e diminuir o escoamento em até 6,7%.

Por tanto, é válida a busca constante pelo desenvolvimento e aplicação de pavimentos com essas características, principalmente em áreas de passeio, essas medidas como já citadas diminuem os impactos causados na rede de drenagem ocasionados pelos efeitos crescentes da urbanização e impermeabilização do solo, além de melhorar a qualidade de vida da população e do meio ambiente no geral.

## **1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Rua do Comércio situada no bairro Parque Dez de Novembro na cidade de Manaus estado do Amazonas. Cep 69055000 / ponto central:3° 4'57.22"S 0°0,45'.38"O.

A via objeto de estudo tem 432m de comprimento e 4,79m de largura o que totaliza 2069,28m<sup>2</sup>. em sua extensão tem 845 empreendimentos comerciais se contados ambos os lados.

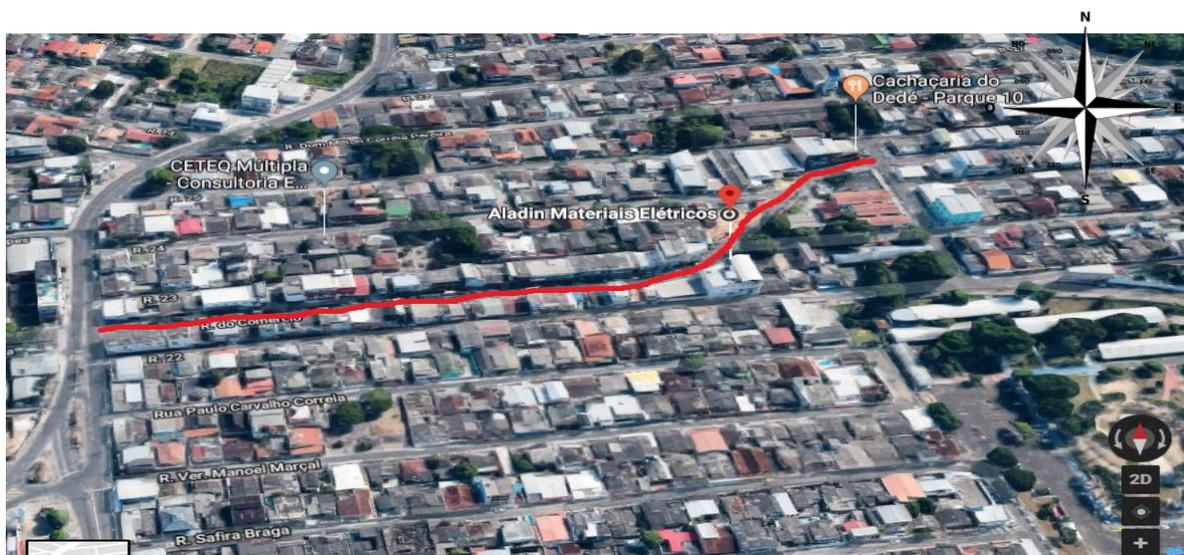


Figura 1 localização da via / fonte: Google Maps.



Figura 2 localização da via / fonte: Google Maps.

## 2 OBJETIVO

Apresentar um projeto que visa substituir o pavimento flexível asfáltico betuminoso o por pavimento flexível em blocos de concreto intertravado na Rua do Comércio na cidade de Manaus Estado do Amazonas, bairro Parque Dez de Novembro.

### **3 METODOLOGIA**

Para início dos trabalhos e composição das etapas e suas durações, faz-se necessário obter o dimensionamento da área da via do referido local de estudo, para tanto, usou-se trena de fibra de 30m, medições em trechos a cada 60m ao longo da via para conferir sua uniformidade na largura durante todo o trajeto de substituição do pavimento flexível asfáltico por pavimento intertravado em blocos de concreto. A área total aferida é de 2069,28m<sup>2</sup>.

Após a correta medição do local e sua delimitação, dar-se sequência com a remoção do pavimento antigo não permeável, em seguida ocorrerá o revolvimento e destocamento se necessário para que a superfície fique pronta a receber a regularização e compactação.

A partir deste momento será despejada a camada da sub-base em toda extensão e posterior compactação de acordo com as exigências do projeto. Em seguida aplica-se a base com o mesmo processo de compactação respeitando o processo construtivo pré-estabelecido. Logo a superfície estará pronta a receber a camada de areia, porém esta não será compactada, pois trata-se do coxão de areia que receberá o pavimento em blocos de concreto propriamente dito respeitando o processo construtivo pré-estabelecido. Logo a superfície estará pronta para uso.

No final da montagem do layout especificado em projeto, compactam-se os blocos com vibradora de prancha e finaliza a implantação com o preenchimento dos vazios entre-blocos com areia peneirada nas mesmas condições do colchão de areia que servira como base.

#### **3.1 visita a localidade**

A Rua do Comercio é uma das principais ruas de comércio do bairro parque dez, nessa rua é possível encontrar diversos serviços importantes à sociedade, como bancos, supermercados, farmácias e muitos outros. trata-se de via de mão única e recebe diariamente desde veículos de pequeno porte, veículos de médio porte e em poucos casos, grande porte.

O ponto crítico encontra-se na altura dos 345 m da via, neste ponto estão localizados os únicos pontos de drenagem de toda a extensão da via. Dois pontos de drenagem para atender um total de 2.069,28m<sup>2</sup> de contribuição pluviométrica e ainda ajudar na drenagem da Rua 24 que passa nesse ponto num ângulo de 45 graus, essa rua, 24 também possui elementos de drenagem que se encontram assoreados e são incapazes de atender a demanda decorrente da pluviosidade, sobrecarregando assim a rua objeto do projeto.



Figura 3: imagem da via sob forte chuva. Fonte: Próprio autor.



Figura 4: imagem da via sob forte chuva é possível identificar os pontos de alagamento e problemas de drenagem. Fonte: Próprio autor.

### 3.2. Dimensão da Via

Via	Largura média (m)	Comprimento (m)	Total por via (m <sup>2</sup> )
Entrada	4,79 m	432,00 m	2.069,28m <sup>2</sup>
<b>Total: 2.069,28 m<sup>2</sup></b>			

Tabela 1: dimensões médias da via de estudo / Fonte: Próprio autor.

### 3.3 Sondagem

Antes de começar a execução são necessários estudos preliminares com relação ao solo, caracterização da qualidade do solo e sua composição, estes podem ser feitos por meio de sondagem e resistência ou de forma tato-visual para que as etapas do procedimento sigam as normas recomendadas para o projeto.

Para coleta de amostra é imprescindível o uso de equipamentos específicos respaldados por norma a fim de conferir credibilidade e segurança à execução.

Um tripé equipado com sarilho, roldana cabo, tubos metálicos de revestimento, com diâmetro interno de 63,5mm, hastes de aço para avanço da perfuração, com diâmetro interno de 25 mm.

O ensaio caracteriza-se em perfurar o solo com o equipamento supracitado com perfuração vertical. Geralmente a perfuração pode ser feito somente com trado espiral (helicoidal). A cada metro perfurado é feito ensaio de cravação do amostrador, esse teste determinará a resistência do solo que dará subsídios para os cálculos de resistência do solo.



Figura 5: exemplo de perfuração e ensaio de cravação / fonte: Próprio autor.

### 3.4 Tipos de Tráfego

Esta é a etapa mais importante a ser considerada para o processo de dimensionamento do pavimento, pois estes dados serão levados em consideração nos cálculos.

Neste projeto será considerado tráfego intenso, pois a Rua do Comércio recebe por dia cerca de 2000 veículos leves e cerca de 40 a 65 ônibus/caminhão por dia em média. A norma técnica NBR 9781 (1987) - Peças de Concreto para Pavimentação divide os blocos em duas classes, 35,0 MPA e 50,0 MPA, sendo a primeira, utilizada para tráfego leve, médio e pesado, enquanto os blocos de 50,0 MPA são indicados em situações onde o revestimento sofre intensos carregamentos e desgastes por atrito, caso de pátios industriais e portos.

$$N = 365 * VDM * P * (FE) * (FEC) * (FR)$$

Onde N = número equivalente de operações de eixo padrão

VDM = volume diário médio de tráfego, no sentido mais utilizado, no ano médio do período de projeto.

FE = Fator de eixo

FEC = Fator de equivalência de eixo

FV = FE \* FEC = Fator de veículo

FR = Fator climático regional

P = Período de Projeto

### **3.5 Especificações do Pavimento**

De acordo com a NBR (9781:2013), pavimento intertravado é composto por uma camada de base (ou base e sub-base), seguida por camada de revestimento constituída por peças de concreto justaposto a uma camada de assentamento e cujas juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento e o Intertravamento do sistema é proporcionado pela contenção.

Existem três espessuras de piso intertravado no qual é escolhido conforme se apresenta o tipo de tráfego para cada via. Como mencionado anteriormente, o tipo de tráfego para o projeto foi o intenso, logo: Para veículos leves e pesados o tipo de piso apropriado será de 10 cm, com resistência de 50 Mpa.

### **3.6 Camada de Assentamento**

A camada onde as peças serão acondicionadas é composta basicamente por material granular, com granulometria e diâmetro pré-definida, esta possui a função de acomodar as peças e possibilitar o correto nivelamento do pavimento (ABC, 2010).

MULLER (2005) ressalta a importância da espessura e qualidade da camada de assentamento, por influenciar diretamente na qualidade final do pavimento, sendo a espessura da camada de assentamento com relação direta com a deformação permanente do pavimento.

De acordo com ABCP (2010), uma camada de assentamento de espessura demasiadamente inferior a ideal pode ocasionar ruptura das peças pela carga que será exercida sobre as mesmas no momento das solicitações exigidas pelo tráfego dos veículos para qual a via se destina.

No Brasil é recomendado que a areia a ser utilizada enquadre-se na faixa granulométrica definida por CARVALHO (1998).

### **3.7 Areia de Rejuntamento**

A areia que será usada no rejuntamento ou selagem compreende a transferência de cargas de maneira que as peças trabalhem com uma estrutura em conexão com eficiência máxima, reagindo como um todo e distribuindo de forma uniforme as cargas solicitantes, (ABCP, 2010).

A areia é disposta nas fendas dos blocos na condição seca, livres de materiais friáveis, torrões de argila e impurezas orgânicas diversas, sendo a aplicação realizada posterior à montagem dos blocos sobre o colchão de areia e antes da compactação final dos blocos. (ABCP, 2010).

A espessura das juntas não pode ultrapassar 5,0mm e nem ser menor que 2,0mm, uma vez que areia de rejuntamento atuará na parte superior das juntas, pois na parte inferior a própria areia de assentamento atuará como preenchimento (MULLER, 2005).

### **3.8 Modelo do Piso Intertravado E Suas Características**

O tipo de pavimento escolhido para o projeto foi o especificado abaixo na ilustração, o retangular. Esse tipo é amplamente utilizado em empreendimentos de grande porte como aeroportos, estacionamentos, ruas e outros. Isso se dá principalmente devido sua alta resistência e facilidade na confecção, pois a facilidade de enforme e desenforme torna seu custo menor se comparado com os demais modelos disponíveis no mercado, sua dimensão padrão será de: 10 x 20 x 10 cm.

Para garantir que o pavimento terá a qualidade que esperada é necessário que a fabricação atenda requisitos normatizados. (ABCP, 2010).

As peças devem ser produzidas industrialmente em vibroprensas que proporcionam elevada compactação às peças, aumentando sua resistência mecânica e conseqüentemente a vida útil do pavimento, pois estas peças apresentam maior resistência a abrasão decorrentes do contato das rodas dos veículos com sua superfície. CARVALHO (1998).

Após a moldagem nas vibroprensas, estas deveram ser curadas em câmeras que mantem a umidade constante controlada eletronicamente, umidade relativa que

deve ser acima dos 95%. Isto garante a hidratação do cimento e proporciona menor absorção de água pelas peças, que depois de curadas deve ser menor que 6%.

O período de cura gira em torno de 24h e a cura final depende de circunstâncias climáticas que fica em torno de no mínimo 7 dias e no máximo 28 dias.

Portanto, é necessário observar estas etapas para que a obra transcorra sem maiores problemas, respeitando cada etapa. As unidades já chegaram prontas á obra graças ao processo industrializado, porem cada etapa deve ser respeitada, uma vez que, desde a solicitação do insumo até a sua entrega será necessário pelo menos 30 dias, logo, o cronograma da obra deve atender essa programação para não haver problemas de paralização da obra por falta de material. (MULLER, 2005).



Figura 6: modelo de bloco escolhido para substituição/ Fonte: google imagens

Para a definição das medidas usou-se a Equação de Peltier, aplicável ao Método de Dimensionamento pelo índice de Suporte Califórnia, que é preconizado dimensionamento envolvendo pavimentação com paralelepípedo e blocos de concreto. A equação de PELTIER é dada pela seguinte expressão:

$$E = \frac{(100 + 150 \times P^{1/2}) \times (T / T_0)^{1/10}}{I_{SCP} + 5}$$

Figura 7 Equação PELTIER . Fonte Google

E = Espessura total do pavimento, em cm;

P = Carga por roda, em tonelada, tamanho igual a 5 toneladas e multiplicada pelo coeficiente de impacto 1,20;

IS = CBR do subleito, em porcentagem;

T = Tráfego real por ano e por metro de largura, em toneladas (ton/ano/m de largura);

To = Tráfego de referência = 100.000 tonelada/ano/metros de largura

### **3.9 Materiais e Equipamentos**

Os materiais e equipamentos a serem utilizados na obra de implantação do pavimento serão de responsabilidade da empresa contratada para execução.

- a. Blocos de concreto para piso intertravado;
- b. Meio-fio (confinamentos);
- c. Tinta acrílica para piso cimentado (rampas de acesso);
- d. Piso tátil (rampas de acesso);
- e. Régua de Alumínio (sarrafear a camada de assentamento);
- f. Linha de nylon (alinhamento do pavimento);
- g. Trenas (medições);
- h. Carrinho paleteira (movimentação dos paletes de piso intertravado);
- i. Carrinho de mão (transporte da camada de assentamento);
- j. Placa vibratória (compactação do piso);
- k. Serra Clipper de mão (arremates de cantos);
- l. Vassouras (varrição e limpeza);
- m. Escavadeira (Escavação corte);
- n. Caminhão basculante (carga e descarga de material);
- o. Enxadas (espalhamento de material);
- p. Rolo vibratório (compactação).

### 3.10 Memorial de Cálculo

Para o início de uma construção, deve-se projetar um canteiro de obra provisório, para atender as necessidades de seus colaboradores e equipamentos no apoio necessário à execução da obra. As composições foram elaboradas com base na tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos – SINAPI/Caixa Econômica Federal, com a devida adição o DBI.

Placa De Obra Em Chapa De Aço Galvanizado

Descrição: (Base x Largura)

Cálculo:  $2,50\text{m} \times 4,00\text{m} = 10.00\text{m}^2$

Instalação/Ligação Provisória Elétrica Baixa Tensão P/Canteiro De Obra

Quantidade: 2 und..

Barracão provisório para armazenamento de materiais e equipamentos

Descrição: (comprimento x largura)

Cálculo:  $6,00\text{m} \times 4,00\text{m} = 24.00\text{m}^2$ .

Execução de escritório em canteiro de obra em chapa de madeira compensado.

Descrição: (comprimento x largura)

Cálculo:  $6,00\text{m} \times 4,00\text{m} = 24.00\text{m}^2$ .

Execução de sanitário e vestiário em canteiro de obra em alvenaria.

Descrição: (comprimento x largura)

Cálculo:  $6,00\text{m} \times 4,00\text{m} = 24.00\text{m}^2$ .

Limpeza do terreno

Descrição: (largura da pista) x extensão da via.

Cálculo:  $4,79 \times 432,00 = 2069,28\text{m}^2$ ..

Carga e descarga de material (corte)

Descrição: mesma quantidade de escavação.

Cálculo:  $(8.910,89m^2 \times 0,28m) = 2.495,05m^3$ .

Transporte de material (corte)

Descrição: (volume de carga x peso específico do material x distância média de transporte - DMT)

Cálculo:  $(310,392m^3 \times 1,6ton. \times 7,00 km) = 3.476,39txkm$ .

Espalhamento em bota-fora (corte)

Descrição: mesma quantidade de escavação.

Cálculo:  $(310,392m^2 \times 0,28m) = 86,96m^3$ .

Compactação - subleito

Descrição: Área total do pavimento (conforme projeto de locação e situação).

Quantidade: 2.069,28m<sup>2</sup>.

Volume de material usado para colchão de assentamento e rejuntamento entre blocos (Área total da pista X espessura média da camada)

Cálculo:  $(2068,28 \times 0,05) = 103,414 m^3$ .

Confinamentos:

Confinamento será estruturado por peças de meio fio com medidas 12X15X30X100CM.

Descrição: quantidade total de peças (conforme projeto de locação e situação).

Quantidade: a via possui 432m de extensão, considerando os dois lados teremos 864m, conseqüentemente 864 unidade de meio fio.

### **3.11 Serviços Preliminares**

A análise, o estudo e o conhecimento do projeto, do que será executado, deve ser feito antes do assentamento da primeira peça, antes mesmo até da retirada da camada a ser substituída, observando a paginação do pavimento, interferências como:

elementos de drenagem; entradas de veículos; acesso de pessoas com deficiência; planejamento geral de como a obra se desenrolará ao longo da execução; verificação se os fornecedores estão prontos para atender a obra com os insumos necessários para que cada etapa seja executada de acordo com o cronograma da obra.

Como se trata de uma substituição necessita-se da retirada da camada a ser substituída. A camada asfáltica deve ser totalmente removida com a ajuda de máquinas.

Em seguida segue-se com a retirada das camadas inferiores, para a preparação da base, sub-base e se necessário reforço do subleito o que provavelmente não será necessário, pois neste local já existe um pavimento funcional que recebe diariamente um volume expressivo de veículos desta forma dar-se-á continuidade com a regularização e compactação da sub-base quando for o momento.

### **3.12 Serviços de Limpeza**

Inicia-se o serviço de limpeza com o fechamento de parte da via, direcionando os veículos para as ruas adjacentes a fim de manter os serviços comerciais na área. A empresa contratada deverá realizar a sinalização e desvios e fazer a retirada dos entulhos o mais breve possível para dar celeridade ao processo.

A segurança deve ser sempre presente no canteiro de obra, cuidados com a atenção e organização. Devem ser utilizados para tanto equipamentos de segurança coletivos e individuais. O trecho da via onde será executado o serviço deve ser sinalizado com redes de proteção, cones, cavaletes e fitas.

### **3.13 Retirada da Camada Asfáltica**

Os serviços de retirada da camada asfáltica consistem em efetuar escavações no trecho a ser trabalhado, para regularização e correção que se fazem necessárias para atender o projeto.

O processo de regularização inicia-se com moto niveladora ou trator com pneu com grade de arado na profundidade aproximada de 15 cm para retirada da camada

asfáltica existente, com isso juntamente a base e a sub-base, deixando apenas a camada de subleito para compactação, observando os elementos de drenagem subterrâneos que estão dispostos na altura de 345m a contar a partir do início da rua.

Sugere-se ainda a recuperação dos elementos de drenagem superficiais e subterrâneos supracitados para maior segurança da execução do projeto, pois estes veem apresentando problemas de longa data. Em decorrência da falta de medidas preventivas, chegou a ceder e ocasionar acidentes.

### **3.14 Inícios Da Execução, Regularização E Reforço Das Camadas De Solo.**

#### **3.14.1 Base E Sub-Base**

Segundo a normatização do DNIT 141 (2010) – Base estabilizada granulometricamente, a camada de base tem como finalidade resistir os esforços provenientes dos veiculo, distribuindo-os adequadamente as camadas inferiores, executadas sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito, que devem ter sido devidamente regularizado e compactado.

A camada de base deve ter como característica pouca permeabilidade, evitando penetração da água e a deterioração aceleradamente prematura do subleito (MACIEL, 2007). Segundo SENÇO (2007), a sub-base é a camada suplementar à base.

Segundo NORMA vigente (NBR 12752:1992), onde é orientado que seja assegurado os requisitos mínimos para a execução das etapas seguintes, esses requisitos são: o subleito deve está limpo e sem qualquer resquício de elementos orgânicos; o lençol freático deve está rebaixado no mínimo de 1,5 m da cota final da superfície do pavimento já acabado; o subleito deverá apresentar os mesmos caimentos da camada de revestimento do pavimento já acabado, sendo recomendado caimento igual ou superior a 2%. Deve ser compactado em camadas de 15 cm por vez com máquinas do tipo: Moto niveladora pesada equipada com escarificador; carro tanque distribuidor de água; rolos compactadores do tipo pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático; grade de disco; pulvimisturador.

### **3.14.2 Subleito**

O subleito pode ser compreendido como o solo natural, aquele que não sofreu alterações e que é encontrado no local onde se dará a obra, considerado ainda a fundação do pavimento.

Segundo SENÇO (2007), apenas a camada próxima a superfície pode ser considerada subleito, pelo fato que as pressões exercidas são consideradas desprezíveis a medida que se aprofunda no maciço.

A NBR 12307 (1991) – regularização do subleito estabelece alguns requisitos mínimos que o solo necessita apresentar, sendo estes como os citados abaixo:

- $CBR \geq 2\%$ ;
- $Expansão \leq 2\%$ ;
- Livre de plantas e raízes;
- Lençol freático abaixo de 1,5m;
- Caimento mínimo de 2%

O subleito é conformado pela ação da moto niveladora, e, por conseguinte liberado de imediato para compactação. O processo deve ser desenvolvido longitudinalmente e assim sucessivamente até que toda a área do pavimento esteja devidamente regularizado e pronto para as etapas seguintes, cujo sucesso depende totalmente da rigorosidade dessa fase.

### **3.14.3 Determinação de Distribuição Carga**

A angulação do bulbo de tensões na ordem de  $45^\circ$  é considerada padrão na literatura, no que tange propagação de esforços de carregamentos solicitantes em estruturas de pavimentos.

No entanto, cada caso apresenta peculiaridades que devem ser exploradas, estudadas caso a caso. No caso de pavimentos intertravado, os blocos de concreto formam um conjunto numeroso de pequenas juntas, devendo-se estudar, por tanto de maneira mais específica as condições em que se propagam as tensões nas camadas subjacentes.

#### **3.14.4 Contenções Laterais**

Essas contenções são de suma importância na implantação, trata-se de estrutura rígida fixada na lateral do pavimento que tem por finalidade impedir o deslocamento das peças. Os arremates junto às guias devem ser executados cuidadosamente.

São essas contenções que manterá a integridade do pavimento e que resistirá aos esforços decorrentes do uso da via.

Os elementos de drenagem superficiais como bocas coletoras devem ser confeccionadas exclusivamente de peças de concreto pré-moldadas com cura média e 28 dias igual ou superior a 25 MPA, para ter maior afinidade com as peças de concreto do pavimento atendendo todos os requisitos da NBR 6118/2014. Estas devem estar firmes e livres do risco de desalinhamento com altura suficiente para que penetre na camada base. Estas devem ainda ser executadas antes do lançamento da camada de areia de assentamento dos blocos de concreto, de maneira a colocar a areia e os blocos dentro de uma caixa cujo fundo é a superfície compactada da base e as paredes são as estruturas de confinamento.

#### **3.14.5 Camada De Areia**

A camada de areia deve ser aplicada, espalhada em movimento uniforme de régua niveladora de sentido único que pode ser preferencialmente de alumínio em paralelo, manualmente, impreterivelmente.

Importante salientar para a necessidade de se observar as cotas das guias que garantem a espessura uniforme da camada em torno de 3,0 cm e 5,0 cm e o espaço para as peças até a cota final do pavimento. Areia de granulometria pré-estabelecida em média ou grossa, limpa, livre de umidade e componentes orgânicos. Após o procedimento de regularização a área deve ser isolada e permanecer assim até o início da colocação dos blocos para evitar qualquer deformidade pós-regularização.

A areia não deve ser lançada e deixada por longos períodos nem mesmo, e principalmente à noite, desta forma é importante que os lançamentos sejam suficientes apenas para jornada de trabalho daquele dia ou a jornada deve se prolongar até que toda a área seja inteiramente atendida com a montagem dos blocos.

Não se deve compactar a areia, não se deve pisar na areia ou transitar com equipamentos, nem mesmo sobre tabuas, a área deve ser completamente isoladas e a montagem dos blocos deve iniciar-se de fora dá área onde o colchão de areia de assentamento está situado, desta forma, o avanço da montagem dos blocos deve ser feito sobre as peças já colocadas.

#### **3.14.6 Procedimento Final**

Após a finalização das etapas necessárias para a colocação das peças, que serão responsáveis diretas pelo recebimento das cargas, dar-se-á continuidade ao processo com o assentamento das unidades de blocos de concreto com design escolhido, que nesse caso será o espinha de peixe, como citado anteriormente, pois sua trama é mais precisa e oferece mais resistência pro sistema como um todo.

#### **3.14.7 Assentamento dos Blocos**

Vários aspectos devem ser observados nesta etapa, a começar pela área de assentamento que deve está sempre confinada, por guias laterais ou sarjetas. Cada camada deve está muito bem nivelada e com o caimento estabelecido pelo projeto. A camada de bica corrida deve ser aplicada conforme dimensionamento em função do CBR do solo compactado estabelecido em projeto.

Depois de observadas estas etapas e se foram executadas de acordo com o projeto, é hora de assentar os blocos iniciando sempre pelos cantos da via. Inicia-se com blocos inteiros com amarração de acordo com a imagem abaixo.



Figura 8: Assentamento blocos de concreto / Fonte: google imagens

### **3.14.8 Ajustes E Arremates**

Depois de assentados todos os blocos que couberam inteiros na área a pavimentar, é necessário os ajustes e acabamentos nos espaços que ficaram vazios junto dos confinamentos externos e internos que não foi possível preencher com peças inteiras.

É imprescindível que não se use peça com menos de 25% do seu tamanho, ou seja,  $\frac{1}{4}$  do tamanho original. Neste tipo de situação o acabamento deve ser feito por argamassa seca, 1 parte de cimento para 4 de areia, protegendo os blocos vizinhos com papel grosso.

O acabamento deve ser feito também juntos aos confinamentos internos ou interrupções do piso. Daí a importância de fazer o casamento do projeto com o espaço da obra.

Mais uma vez, o acabamento não deve ser usado blocos com menos de  $\frac{1}{4}$  do seu tamanho original, estes pequenos espaços devem ser preenchidos com argamassa seca, 1 parte de cimento para 4 de areia.

### **3.14.9 Compactação Inicial**

Parte importante do projeto, esta consiste em acomodação inicial dos blocos, com placas vibratórias e em duas etapas, uma inicial e uma final.

Após a montagem de todos os blocos e feito todos os ajustes e acabamentos, inicia-se a compactação, antes do lançamento da areia para preenchimento das juntas entre os blocos. A finalidade desta etapa é nivelar a superfície da camada de blocos de concreto, iniciar a compactação da camada de areia de assentamento, fazer com que a areia preencha parcialmente as juntas de baixo para cima, dando-lhes um primeiro estágio de travamento.

Compreendendo toda área pavimentada, a compactação com placas vibratórias devem ser executadas pelo menos duas vezes, em direções diferentes percorrendo a área como um todo.

Se a primeira compactação percorrer o pavimento longitudinalmente, a próxima passada deverá ser transversalmente, cada passada deve cobrir em pelo menos 20 cm a passada anterior e finalizar o processo em pelo menos 1,5 m antes do fim da fase do pavimento.

Se algum bloco apresentar fissuração ou deformação por quaisquer que seja o motivo, eles devem ser substituídos imediatamente, logo, é necessário que haja inspeção visual ao final de cada etapa.

#### **3.14.10 Selagem Das Juntas**

Após a compactação inicial e substituir as eventuais peças defeituosas, uma camada de areia fina como a que foi utilizada para fazer a argamassa de acabamento é espalhada e varrida sobre o pavimento de maneira que os grãos penetrem nas juntas. Não se deve adicionar nenhum outro componente que não seja areia, como cimento ou a cal.

A selagem é necessária para que o funcionamento do pavimento seja adequado, por isso a importância de empregar material de qualidade a execução e a selagem com as características definidas em projeto.

Deve-se espalhar a areia sem deixar montes. A areia deve ser espalhada sobre os blocos de concreto, formando uma camada de espessura delgada e uniforme.

### **3.14.11 Compactação Final**

A compactação final procede da mesma forma da inicial, com placa vibratória com duas passadas em direções diferentes, bem como a compactação inicial, observando a sobreposição das passadas que deve ser de aproximadamente 20 cm.

Ao final da compactação deve-se fazer a varrição final e inspeção visual para detecção de possíveis blocos defeituosos para em seguida o tráfego ser liberado.

Depois de 2 semanas de liberado o pavimento, um colaborador responsável pela empresa, deve novamente fazer a inspeção visual se necessário, um novo preenchimento das juntas.

### **3.14.12 Sinalização**

A pista deverá ser sinalizada de acordo com normas vigentes pelo DENIT, visando assegurar o uso da via e garantir o direito de ir vir dos pedestres e motoristas.

A pintura das faixas será com tinta acrílica com espessura de 6 mm e largura de 10 cm, adicionada a tinta estão as microesferas para garantir a retro refletância das faixas para auxiliar na visualização.

Serão implantadas duas faixas de pedestres aos 20 m do início da via e aos 100 metros do início da via e aos 300m do inicio da via. As pinturas serão realizadas manualmente. A sinalização vertical será em placas metálicas com película totalmente refletiva com pontaletes metálicos conforme indicado pelo DENIT.



## 5 ORÇAMENTO DA OBRA

Para a elaboração dos custos dos serviços e dos insumos foram pesquisados nas tabelas do SINAPI/2018. Os materiais retirados do pavimento antigo e entulhos decorrentes da obra serão destinados a locais devidamente licenciados.

Orçamento						
item	cód.	Discriminação	Unid	Quant.	Custos parciais	
					Preço unitário	Preço total
<b>3.7.1 Serviços preliminares</b>						
3.7.1.1	74209/01	Placa de obra em chapa de aço galvanizado	M2	10,00	R\$ 306,02	R\$ 3.060,20
3.7.1.2	73960/01	Instal/ligação provisória elétrica baixa tensão p/cant obra ,m3-chave 100a carga 3kwh,20cv excl forn medidor	UND	2,00	R\$ 1.199,40	R\$ 2.398,80
3.7.1.3	74210/01	Barracão para depósito em tábuas de madeira, cobertura em fibrocimento 4 mm, incluso piso argamassa traço 1:6 (cimento e areia)	M2	24,00	R\$ 288,19	R\$ 6.916,56
3.7.1.4	93207	Execução de escritório em canteiro de obra em chapa de madeira compensada, não incluso mobiliário e equipamentos. af_02/2016	M2	24,00	R\$ 551,01	R\$ 13.224,24
3.7.1.5	93213	Execução de sanitário e vestiário em canteiro de obra em alvenaria, não incluso mobiliário. af_02/2016	M2	24,00	R\$ 616,98	R\$ 14.807,52
					<b>Total do item =</b>	<b>R\$ 40.407,32</b>
<b>3.7.2 Movimento em terra</b>						

3.7.2. 1	73822/0 01	Capina e limpeza manual de terreno com pequenos arbustos	M2	2069,28	R\$ 3,41	R\$ 7.506,24
<b>CORTE</b>						
3.7.2. 2	79480	Escavação mecânica para retirada de camada asfáltica	M3	310,92	R\$ 3,03	R\$ 942,09
3.7.2. 3	74010/0 01	Carga e descarga mecânica de solo utilizando caminhão basculante 6,0m3 /16t e pá carregadeira sobre pneus 128 hp	M3	310,92	R\$ 1,52	R\$ 472,60
3.7.2. 4	72874	Transporte local com caminhão basculante 6 m3, rodovia com revestimento primário, DMT 800 A 1.000 M	M3	496,54	R\$ 3,04	R\$ 1.509,48
3.7.2. 5	83344	Espalhamento de material em bota fora, com utilização de trator de esteiras	M3	310,92	R\$ 1,00	R\$ 310,92
<b>Subleito</b>						
3.7.2. 6	5622	Regularização e compactação manual de terreno com soquete	M2	2069,28	R\$ 3,58	R\$ 7.408,02
<b>TOTAL DO ITEM =</b>						<b>R\$ 18.149,35</b>
<b>3.7.4 Pavimento e confinamentos</b>						
3.7.4. 2	*000047 20	Areia fina para composição da base	M3	103,464	R\$ 82,99	R\$ 8.586,48
3.7.4. 3	92396	Execução de pavimento em piso intertravado em concreto, com bloco retangular de 20 x10 cm, espessura 10 cm.	M2	2069,28	R\$ 50,01	R\$ 103.484,69

3.7.4. 4	74223/0 01	meio-fio (guia) de concreto pré-moldado, dimensões 12x15x30x100cm (face superior x face inferior x altura x comprimento), rejuntado c/argamassa 1:4 cimento :areia, incluindo escavação e reaterro.	M	864	R\$ 37,58	R\$ 32.469,12
<b>TOTAL DO ITEM =</b>						<b>R\$ 144.522,29</b>
<b>3.7.5 Pintura e demarcação da via</b>						
3.7.5. 1	74245/0 01	Pintura acrílica em piso cimentado duas demãos	M2	237,60	R\$ 9,79	R\$ 2.326,10
3.7.5. 2	*000381 83	Piso tátil de alerta de borracha, 25 x 25 cm, e = 5 mm, para cola, cores.	M2	71,28	R\$ 70,34	R\$ 5.013,84
<b>TOTAL DO ITEM =</b>						<b>R\$ 7.339,94</b>
<b>3.7.6 Serviços finais</b>						
3.7.6. 1	9537	Limpeza final da obra	M2	2069,28	R\$ 1,94	R\$ 4.014,40
<b>TOTAL DO ITEM =</b>						<b>R\$ 4.014,40</b>
<b>OBS.:</b>	<b>A tabela utilizada neste orçamento é SINAPI - sintético. Data de preço: 04/2018</b>					
<b>OBS.:</b>	<b>A tabela utilizada neste item é SINAPI - insumos. data de preço: 04/2018</b>					
<b>TOTAL SEM BDI=</b>						<b>R\$ 214.433,30</b>
<b>BDI DE 29,79%=</b>						<b>R\$ 63.879,68</b>
<b>TOTAL COM BDI=</b>						<b>R\$ 278.312,98</b>

Tabela 3 / orçamento / serviços preliminares/ fonte: Próprio autor.

O material removido pode ser usado em outras obras para nivelamento e reforço, ou então deve ser descartado de forma correta em locais licenciados destinados a materiais de bota-fora.

## REFERÊNCIAS

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland. **Estudo Técnico nº27: Pavimentação com peças pré-moldadas de concreto.** 4ª edição – São Paulo, SP, Brasil, 1999.

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland. **Manual de Pavimento Intertravado: Passeio Público.** São Paulo, Brasil 2010.

ANDERAZZA, Projeto para pavimentação em bloco de concreto intertravado. Memorial descritivo (Curso Engenharia Civil) – São Paulo, Janeiro/2015.

ALMEIDA, Dione Santa de; COSTA, Isaias Tavares da. **A drenagem urbana dasguas pluviais e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública no município de Santana.** Universidade Federal do Amapá. Macapá. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 9781: Peças de concreto para pavimentação. Especificação e métodos de ensaio 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 12752: Execução do reforço do subleito de uma via – procedimento - 1993

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 12307: Pavimento intertravado com peças de concreto – execução - 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 15953: Pavimento intertravado com peças de concreto – execução e manutenção - 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP) 2015. **Palestra Pavimento Intertravado.** 2015. 34 Slides. Disponível em: <  
<http://www.abcp.org.br/cms/wp->

content/files\_mf/01Como\_executar\_pav\_intertr\_Alex\_Maschio\_ABCP.pdf> . Acesso em 01/07/2018.

ARANTES, Eudes José et al. **Análise das chuvas intensas da região noroeste do Paraná**. IV Semana do Meio Ambiente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campo Mourão. ISSN 1982-7784. 2009.

CAMPOS EM GEOTECNIA. Fórum da construção. Disponível em: <<http://www.forumdasconstrução.com.br>>. Acesso em: 17/Maio/2018

CARVALHO, Daniel F. de; SILVA, Leonardo D. B. de. Hidrologia. 2006. Disponível em: < <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap7-ES.pdf>>. Acesso em 05/08/2018.

CARVALHO, M. D. **Pavimentação com Peças Pré-moldadas de Concreto, ET-27**. Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP, São Paulo, Brasil, 1998.

CORDERO, Ademar; MEDEIROS, Péricles A; TERAN, Albanella L. **Medidas de controle de cheias e erosões**. CEOPS [s.l.] [1999]. Disponível em: <[http://ceops.furb.br/index.php/publicacoes/artigos/doc\\_details/5-metodos-controle-cheias](http://ceops.furb.br/index.php/publicacoes/artigos/doc_details/5-metodos-controle-cheias) 1999>. Acesso em 15/11/16.

COSTA, Alfredo Ribeiro da; SIQUEIRA, Eduardo Queija de; MENEZES FILHO, Frederico Carlos Martins De. **Curso Básico de Hidrologia Urbana: nível 3**. Brasília: ReCESA 2007. 130 p.

COOK, I. D, KNAPTON, J. **A Design Method for Lightly Trafficked and Pedestrian Pavements**. Fifth Internacional Concrete Block Paving Conference, Tel-Aviv, Israel, 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER ES 1301: Norma rodoviária - especificação de serviço - Rio de Janeiro, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE - DNIT 139:  
Pavimentação Sub-base estabilizada granulometricamente. Espírito Santo, 2010

DIAS, Fernanda. S.; ANTUNES, Patricia. T. da S. C. **Estudo Comparativo de Projeto de Drenagem Convencional e Sustentável para Controle de Escoamento Superficial em Ambientes Urbanos**. 2010. 98f. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) Escola Politécnica. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2010. 68f.

*INTERLOCKING CONCRETE PAVEMENT INSTITUTE (ICPI), **Structural Design of Interlocking Concrete Pavement for Roads and Parking Lots**, 2011*. Disponível em: <http://www.icpi.org/techspec/1027/display/?key=1185>. Acesso em 14 de ago. de 2018.

MACIEL, Anderson Brum. **Dossiê Técnico–Pavimentos Intertravados**. Santa Rosa: SENAI Virgílio Lunardi, 2007.

**Paginação de pisos intertravados**. Disponível em: <http://www.brasiliapaver.com.br/blog/criacao-sem-limites>. Acesso em 26 de ago. 2018.

MULLER, R.M. **Avaliação de Transmissão de Esforços em Pavimentos Intertravados de Blocos de Concreto**. Dissertação de Mestrado, Sc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil 2005.

PELTIER , R. **Manuel Du Laboratoire Routier**. 3ª Edição, Dunot, Paris, 1996.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. Editora Pini, Volume 2, 2ª Edição, São Paulo, Brasil, 2001.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. Editora Pini, Volume 1, 2ª Edição, São Paulo, Brasil, 2007