



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

João Antônio Canci Sagaz

**PROPOSTA PARA PAVIMENTAÇÃO DE UM CONDOMÍNIO HORIZONTAL NO
BAIRRO CAMPECHE, FLORIANÓPOLIS – SC.**

Florianópolis
2023

João Antônio Canci Sagaz

**PROPOSTA PARA PAVIMENTAÇÃO DE UM CONDOMÍNIO HORIZONTAL NO
BAIRRO CAMPECHE, FLORIANÓPOLIS – SC.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. (a) Luciana Rohde, Dr. (a)

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Sagaz, João Antônio Canci
Proposta para pavimentação de um condomínio horizontal no
bairro Campeche, Florianópolis - SC. / João Antônio Canci
Sagaz ; orientadora, Luciana Rohde, 2023.
99 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Pavimento Flexível. 3. Pavimento
Intertravado. 4. MeDiNa. 5. Orçamento. I. Rohde, Luciana.
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Civil. III. Título.

João Antônio Canci Sagaz

PROPOSTA PARA PAVIMENTAÇÃO DE UM CONDOMÍNIO HORIZONTAL NO BAIRRO
CAMPECHE, FLORIANÓPOLIS – SC.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em
Engenharia Civil

Florianópolis, 01 de dezembro de 2023.

Prof.(a) Liane Ramos da Silva, Dra.
Coordenação do Curso

Banca examinadora

Prof.(a) Luciana Rohde, Dr.(a)
Orientadora

Prof. Marcos Aurélio Marques Noronha, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Rafael Cassimiro Barbosa, Me
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2023.

"O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia." - Robert Collier

AGRADECIMENTOS

Quero aproveitar este momento para expressar minha sincera gratidão a todas as pessoas e instituições que desempenharam um papel fundamental na minha jornada acadêmica e no desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Primeiramente, quero agradecer de todo o coração aos meus pais, Fernando e Roseli, que sempre me proporcionaram a oportunidade de estudar e fizeram sacrifícios incontáveis para que eu pudesse perseguir meus sonhos e muitas vezes sacrificando seus próprios para que eu pudesse realizar os meus. Seu apoio inabalável foi a base do meu sucesso.

Ao meu irmão, Luiz, agradeço por estar ao meu lado em todos os momentos, apoiando-me e compartilhando as alegrias e desafios da vida.

Minha esposa Alana, merece um agradecimento especial. Sua constante força e encorajamento foram a luz que me guiou nos momentos mais difíceis. Obrigado por nunca me deixar desistir e por apoiar incondicionalmente todas as minhas decisões.

Aos meus avós, David e Pierina, que são exemplos brilhantes de integridade e valores morais, expresso minha profunda gratidão. Eles compartilharam comigo uma riqueza de conhecimento e sabedoria ao longo dos anos e moldaram os princípios fundamentais da minha vida e me ensinaram a importância da dedicação e da honestidade. Suas histórias e conselhos moldaram a pessoa que sou hoje.

Não posso deixar de mencionar meus amigos da graduação, que tornaram essa jornada inesquecível. Suas amizades e o compartilhamento de conhecimento enriqueceram minha experiência acadêmica e pessoal.

Ao Engenheiro Matheus, que não só me deu a oportunidade de ingressar no mercado de trabalho, mas também se tornou um dos meus melhores amigos, meu mais sincero agradecimento. Suas orientações e amizade foram inestimáveis.

Por último, mas não menos importante, desejo expressar minha gratidão ao Curso de Engenharia Civil da UFSC e, em particular, à Professora Luciana Rohde, que desempenhou um papel fundamental na minha formação. Seu conhecimento e sabedoria foram inestimáveis na criação deste trabalho.

Este TCC é o resultado do apoio e influência positiva de todas essas pessoas e instituições. Obrigado por fazerem parte da minha jornada acadêmica e por contribuírem para o meu sucesso.

João Antônio Canci Sagaz

RESUMO

Na engenharia civil, a pavimentação é a área que estuda os pavimentos submetidos às ações das cargas dos veículos que irão solicitá-los. O pavimento é entendido como uma estrutura de várias camadas de espessuras finitas, construídas sobre o terreno de fundação que precisa resistir ao tráfego de veículos, variações sazonais do clima e possibilitar o trânsito dos usuários com maior conforto, segurança e economia. Portanto, o presente trabalho apresentou uma proposta de pavimentação para um condomínio horizontal no bairro Campeche, Florianópolis – SC. Considerando as especificidades do local, como o ISC de 2% do terreno de fundação e as diferentes solicitações de tráfego entre as vias que compõe o condomínio, foram dimensionados os pavimentos asfáltico e intertravado. Para as vias subcoletoras ($N = 2 \times 10^6$), dimensionadas através do método do DNER e complementadas com o método MeDiNa, encontrou-se uma estrutura final de 97 cm, dos quais 62 compunham o reforço de subleito, área trincada de 15,2% e afundamento de trilha de roda de 7,8 mm. O custo estimado para este pavimento foi de R\$ 699.399,00, para um comprimento total de 886,28 m. O dimensionamento do pavimento intertravado para as vias locais ($N = 1 \times 10^5$), através do método preconizado pela Prefeitura Municipal de São Paulo, resultou em uma estrutura final de 49 cm e dispensou a camada base, além de não necessitar de reforço de subleito. O custo final estimado para a estrutura final do pavimento intertravado foi de R\$ 493.721,18 para uma área total de 1.078,4 m. Ao analisar as diferenças na estrutura e custo final dos pavimentos propostos, percebe-se a importância de um dimensionamento que considere corretamente o tipo do terreno de fundação e o tráfego de cada via a ser pavimentada.

Palavras-chave: pavimento asfáltico; reforço de subleito; pavimento intertravado; custos.

ABSTRACT

In civil engineering, paving is the area that studies pavements subjected to the loads of vehicles that will use them. The Pavement is understood as a structure of several layers of finite thickness, built on the foundation ground that needs to resist vehicle traffic, seasonal variations in climate and enable users to travel with greater comfort, safety and economy. Therefore, this work presented a paving proposal for a horizontal condominium in the Campeche, Florianópolis – SC. Considering the specificities of the location, such as the CBR of 2% of the foundation land and the different traffic requests between the roads that make up the condominium, the asphalt and interlocking pavements were designed. For the subcollection roads ($N = 2 \times 10^6$), dimensioned using the DNER method and complemented with the MeDiNa method, a final structure of 97 cm was found, of which 62 made up the subgrade reinforcement, a cracked area of 15.2 % and wheel track sinkage of 7.8 mm. The estimated cost for this floor was R\$ 699.399,00, for a total length of 886.28 m. The design of the interlocking pavement for local roads ($N = 1 \times 10^5$), using the method recommended by the Municipality of São Paulo, resulted in a final structure of 49 cm and dispensed with the base layer, in addition to not requiring subgrade reinforcement. The estimated final cost for the final structure of the interlocking floor was R\$493.721,18 for a total length of 1.078,40 m. When analyzing the differences in the structure and final cost of the proposed pavements, the importance of a design that correctly considers the type of foundation land and the traffic of each road to be paved.

Keywords: asphalt pavement; subgrade reinforcement; interlocking flooring; costs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Seção transversal exemplificando a pavimentação rígida.....	25
Figura 2 – Seção transversal exemplificando a pavimentação flexível	25
Figura 3 – Distribuição das tensões de tráfego em pavimentos rígidos e flexível	26
Figura 4 – Demonstrativo da classificação dos pavimentos abordados	27
Figura 5 – Exemplos de formatos dos blocos de concreto	33
Figura 6 – Exemplos de padrões de assentamento dos blocos de concreto	34
Figura 7 – Esquema demonstrativo da estrutura do pavimento intertravado	35
Figura 8 – Determinação de espessuras do pavimento.	43
Figura 9 – Dimensionamento do pavimento.	43
Figura 10 – Espessura da sub-base.....	49
Figura 11 – Espessura da base cimentada em função do número N.....	50
Figura 12 – Camada de Assentamento.....	51
Figura 13 – Acabamento junto à contenção lateral.	52
Figura 14 – Acabamento junto a interrupções no pavimento.	52
Figura 15 – Localização da área de estudo.....	54
Figura 16 – Detalhamento das vias internas da área de estudo.	55
Figura 17 -Determinação do H_2 , H_n e H_{20}	61
Figura 18 – Estrutura final do pavimento asfáltico.....	63
Figura 19 – Dados do pavimento.	65
Figura 20 – Detalhe dos dados do tráfego.	65
Figura 21 – Resultados da análise.	66
Figura 22 – Detalhamento da evolução dos danos no pavimento por mês.....	66
Figura 23 – Detalhamento dos danos por camada.....	67
Figura 24 – Determinação da espessura da sub-base.....	69
Figura 25 – Formato e assentamento dos <i>pavers</i>	70
Figura 26 – Estrutura final do pavimento intertravado.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Granulometria para base granular.....	40
Quadro 2 – Espessura mínima de revestimento betuminoso.....	41
Quadro 3 – Critérios de parada.....	45
Quadro 4 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego.....	46
Quadro 5 – Faixa granulométrica recomendada para a camada de assentamento (areia) das peças.....	51
Quadro 6 – Detalhamento das vias da área de estudo.....	55
Quadro 7 – Média dos NSPTs para os três primeiros metros.....	59
Quadro 8 – Determinação da espessura mínima da camada do revestimento.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coeficientes de equivalência estrutural - K	41
Tabela 2 – Espessura e resistência dos blocos de concreto.....	47
Tabela 3 - Detalhamento da estrutura do pavimento flexível	64
Tabela 4 – Características dos <i>pavers</i>	70
Tabela 5 – Detalhamento da estrutura do pavimento intertravado.....	72
Tabela 6 – Quantitativos para o pavimento	74
Tabela 7 – Custos do pavimento flexível.....	74
Tabela 8 – Quantitativos para o pavimento intertravado	75
Tabela 9 – Custos do pavimento intertravado	75
Tabela 10 – Custos do pavimento asfáltico e intertravado	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>AASHTO</i>	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPv	Associação Brasileira de Pavimentação
AEMC	Análise Elástica de Múltiplas Camadas
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CENPES	Centro de Pesquisas da Petrobras
CNT	Confederação Nacional do Transporte
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro
DNER	Departamento Nacional de Estradas e Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EAP	Emulsão Asfáltica de Petróleo
ET	Estudo Técnico
FRN	Fundo Rodoviário Nacional
<i>HRB</i>	<i>Highway Research Board</i>
IBP	Instituto Brasileiro de Petróleo
<i>ICPI</i>	<i>Interlocking Concrete Pavement Institute</i>
IP	Instruções de Projeto
ISC	Índice de Suporte Califórnia
MeDiNa	Método de Dimensionamento Nacional
Nspt	Índice de Resistência à Penetração do Solo
<i>PCA</i>	<i>Portland Cement Association</i>
<i>USACE</i>	<i>United States Army Corps of Engineers</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	19
2.1	OBJETIVO GERAL	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1	PAVIMENTAÇÃO.....	20
3.1.1	BREVE HISTÓRICO	20
3.1.2	CONCEITOS E DEFINIÇÕES.....	23
3.2	PAVIMENTO ASFÁLTICO	27
3.3	PAVIMENTO INTERTRAVADO	31
3.4	MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO	37
3.4.1	DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO FLEXÍVEL	37
3.4.1.1	MÉTODO DO DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER (1981)	38
3.4.1.2	MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO NACIONAL – MeDiNa (2007)	44
3.4.2	DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO INTERTRAVADO	45
3.5	ORÇAMENTAÇÃO	53
4	METODOLOGIA	54
4.1	ÁREA DE ESTUDO	54
4.2	DIMENSIONAMENTO	56
4.2.1	DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DO DNER E ANÁLISE PELO SOFTWARE MEDINA DO PAVIMENTO FLEXÍVEL – VIAS SUBCOLETORAS.....	56
4.2.2	DIMENSIONAMENTO PAVIMENTO INTERTRAVADO – VIAS LOCAIS ...	56
4.3	ORÇAMENTO.....	57
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
5.1	DETERMINAÇÃO DO NÚMERO N	58
5.2	DETERMINAÇÃO DO ISC DO SUBLEITO	58
5.3	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL MÉTODO DO DNER – VIAS SUBCOLETORAS.....	59
5.3.1	SUB-BASE	59
5.3.2	REFORÇO DO SUBLEITO	59

5.3.3	BASE	60
5.3.4	DIMENSIONAMENTO	60
5.4	ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL PELO SOFTWARE MEDINA – VIAS SUBCOLETORAS.....	64
5.5	DIMENSIONAMENTO PAVIMENTO INTERTRAVADO – VIAS LOCAIS ...	68
5.5.1	SUB-BASE	68
5.5.2	BASE	69
5.5.3	CAMADA DE ASSENTAMENTO	69
5.5.4	CAMADA DE ROLAMENTO	70
5.5.5	REJUNTAMENTO.....	71
5.5.6	CONTENÇÃO LATERAL	71
5.6	ORÇAMENTO.....	74
5.6.1	ORÇAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL – VIAS SUBCOLETORAS ...	74
5.6.2	ORÇAMENTO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO – VIAS LOCAIS	75
5.6.3	ANÁLISE DOS CUSTOS ENTRE OS DOIS PAVIMENTOS.....	76
6	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	77
6.1	CONCLUSÕES.....	77
6.2	SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	79
7	REFERÊNCIAS	80
	ANEXO A – BOLETINS DE SONDAgens.....	86
	ANEXO B – COMPOSIÇÕES DO SINAPI	95

1 INTRODUÇÃO

A pavimentação é a área da engenharia civil responsável por estudar os pavimentos viários rurais ou urbanos submetidos às ações das cargas dos veículos que irão solicitá-los.

De modo geral, as características que devem ser levadas em consideração na estrutura dos pavimentos estão relacionadas às propriedades de resistência ao tráfego contínuo que, associadas ao fluxo esperado, às variações de temperatura e clima, irão definir a resposta do pavimento às cargas de tráfego (Bernucci *et al.*, 2006; Senço, 2007).

Para Bernucci *et al.* (2006) pavimento é entendido como uma estrutura de várias camadas de espessuras finitas, construídas sobre a estrutura final de terraplanagem que, além de resistir ao tráfego de veículos e variações sazonais do clima, possibilita o ir e vir com maior conforto, segurança e economia.

Segundo Bernucci *et al.* (2006) os pavimentos podem ser classificados em dois tipos - rígidos e flexíveis, também identificados pelos termos pavimentos de concreto de cimento Portland (concreto-cimento) e pavimento asfáltico, que identificam o tipo de revestimento do pavimento. Algumas literaturas trazem o terceiro grupo semirrígido, que apresenta um comportamento intermediário entre os dois anteriores e corresponde aos casos em que a base ou a sub-base se apresenta cimentada quimicamente.

Os primeiros registros do concreto asfáltico remontam ao ano de 3000 a.C., quando era utilizado para conter vazamentos de água em reservatórios, ou seja, não tinha como finalidade a pavimentação. Pouco depois passou a ser utilizado para pavimentar estradas no Oriente Médio, sendo feito com piche retirado de lagos pastosos. Já a partir de 1909 se iniciou o emprego do asfalto derivado do petróleo, devido à sua maior pureza e viabilidade econômica, o qual permanece até os dias atuais (Oliveira, 2018).

O asfalto tem sido o principal material aglutinante utilizado na construção de vias urbanas e rodovias, porém o aumento do número de veículos particulares e de carga tem degradado os pavimentos, elevando os custos de manutenção, gerando engarrafamentos, atrasos aos usuários, etc. Apesar de um excelente material aglutinante, o asfalto apresenta limitações consideráveis (Oliveira, 2018).

Por outro lado, o conceito de intertravamento de pavimentos de concreto remonta às estradas do antigo Império Romano, que foram construídas com pedras cortadas em dimensões semelhantes e assentadas próximas umas às outras no solo que se desejava pavimentar (ICPI, 2011). Após a 2ª Guerra Mundial (1939 – 1945), os calçamentos de blocos intertravados de concreto foram cruciais para a reconstrução de uma Europa devastada. Na América do Sul e África do Sul os primeiros estudos de dimensionamento de blocos intertravados de concreto se deram em 1960, enquanto em 1970 foram realizadas experiências em modelos de laboratório e pistas experimentais na Inglaterra, Austrália, Nova Zelândia e África do Sul. Somente em 1984 a Associação de Cimento Portland Americana publicou o método para dimensionamento dos blocos intertravados de concreto (ABPv, 1995).

A pavimentação com blocos de concreto intertravado pode ser amplamente utilizada, sendo indicada tanto para tráfego leve como em calçadas, praças e vias públicas, como pesado em estacionamentos de veículos pesados e pátios de cargas. A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 1999a) afirma que o uso das peças justapostas permite durabilidade e resistência boas, conferindo ótimo custo-benefício ao empreendimento.

Desde o início da aplicação de pedras sobre estradas de terra visando facilitar a movimentação das pessoas e cargas, a pavimentação teve o intuito de proteger as superfícies de rolamento das ações climáticas, propiciando boa circulação independente das condições impostas pelo meio. Atualmente ao se falar em pavimentação, imediatamente associa-se o assunto às superfícies pretas de asfalto dos centros urbanos, fato inegável que este materializa a evolução que se teve neste segmento (Filgueiras, 2019).

No meio urbano a pavimentação é uma das obras de infraestrutura mais onerosas devido aos custos de mão de obra especializada, maquinário específico, material adequado e insumos de qualidade, o que faz com que demande atenção prioritária das empresas executoras na busca por soluções tecnológicas que otimizem esta etapa do processo (Ferreira; Nascimento, 2020). Para além dos custos financeiros de uma obra de pavimentação, também devem ser considerados sua execução técnica, durabilidade, impacto ao meio ambiente, etc., para que, de posse destes dados, decisões mais acertadas possam ser tomadas.

Neste sentido, se justificam estudos que apresentem alternativas aos já firmados pavimentos asfálticos, que promovam análises técnicas, para que os tomadores de decisão possam decidir pelo melhor pavimento de acordo com os interesses para a obra. Diante do exposto, o presente estudo realizará uma proposta técnica de pavimentação para um condomínio horizontal no bairro Campeche em Florianópolis – SC.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Propor um modelo de pavimentação para o sistema viário de um condomínio horizontal no bairro Campeche em Florianópolis – SC.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Definir o tipo de pavimento mais adequado para as vias subcoletoras e para as vias locais, seguindo critérios técnicos;
- b) Dimensionar a estrutura do pavimento asfáltico das vias subcoletoras através do método do DNER e MeDiNa;
- c) Dimensionar a estrutura do pavimento intertravado das vias locais através da Instrução de Projeto da Prefeitura Municipal de São Paulo;
- d) Apresentar o modelo de pavimentação, de acordo com os resultados obtidos;
- e) Realizar o levantamento dos custos da estrutura de pavimentação.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PAVIMENTAÇÃO

3.1.1 BREVE HISTÓRICO

Segundo afirmam Bernucci *et al.* (2006), conhecer a história da pavimentação remete à história da humanidade, levando ao povoamento dos continentes, conquistas territoriais, intercâmbio comercial, cultural e religioso, urbanização e desenvolvimento. Desde a antiguidade as vias implantadas em terrenos naturais visavam melhorar as condições de tráfego em qualquer época do ano aos pedestres e meios de transporte.

Ainda de acordo com os autores supracitados, uma das mais antigas estradas pavimentadas implantadas não se destinou a veículos com rodas, mas a trenós para o transporte de cargas. Para a construção das pirâmides no Egito (2600-2400 a.C.), foram construídas vias com lajões justapostos em base com boa capacidade de suporte onde o atrito era amenizado com umedecimento constante por meio de água, azeite ou musgo molhado.

Outro exemplo do trabalho realizado pelos egípcios em vias calçadas se dá com a Estrada de Elefantina localizada na Ilha do rio Nilo perto de Assuão. No entanto, os romanos foram os primeiros a aplicar os princípios da mecânica dos solos na construção de estradas com pavimentação em camadas com revestimento de blocos de pedra (Knapton, 1996). A mais conhecida das vias romanas é a via Ápia, nomeada em homenagem a seu construtor, *Appius Claudius*, que a criou em 312 a.C. visando ligar Roma a Cápua, sul da Itália, num percurso de 195 km (Bernucci *et al.*, 2006).

Os Etruscos, povo que dominou a Itália entre 800 a 350 a.C., são considerados os pioneiros na construção de caminhos para transporte de cargas e pessoas entre vilas e colônias. As ruas das cidades chegavam a 15 metros de largura e preocupavam-se com o conforto, por isso utilizavam materiais disponíveis na época para dar um acabamento plano à superfície. Nos revestimentos dos caminhos eram adicionadas pedras talhadas manualmente juntamente com um material mais fino, com o objetivo de proporcionar maior segurança para a população na presença de água na superfície (Cruz, 2003).

Dos Etruscos que os Romanos herdaram muitos conhecimentos sobre pavimentação que garantiram a expansão do seu império. Os caminhos romanos foram construídos conforme a disponibilidade de materiais, clima, topografia e de acordo com sua importância. Em 500 a.C., Roma havia desenvolvido pavimentos com bases granulares e camada de rolamento de pedra (Wiebbling, 2015). A maioria das estradas construídas foi motivada pela necessidade de transportar com rapidez os exércitos para qualquer parte do território (Fioriti, 2007).

Mesmo não tendo um padrão para a construção das estradas romanas, algumas características comuns foram encontradas, segundo aponta Chevallier (1976), através das vias remanescentes. Semelhante às vias atuais, elas eram compostas por uma fundação e uma camada de superfície, que variavam de acordo com os materiais disponíveis e a qualidade do terreno natural, além de haver uma grande preocupação com aterros e drenagem.

Depois da queda do Império Romano em 476 d.C., e durante os séculos seguintes, as novas nações europeias fundadas deixaram de construir e conservar estradas. A França foi a primeira, desde os romanos, a reconhecer o efeito do transporte no comércio, dando importância à velocidade de viagem. Foi no reinado de Felipe Augusto (1180 – 1223) que a França voltou a construir e se preocupar em manter as vias para facilitar o comércio. Os ingleses, observando a comodidade das vias francesas, passaram a implementar suas próprias vias e alavancaram a indústria e comércio de seu país (Bernucci *et al.*, 2006).

Na América Latina, os Incas, povos indígenas que habitavam a região que hoje pertence ao Equador, Peru, norte do Chile, oeste da Bolívia e noroeste da Argentina, foram responsáveis pelas notáveis estradas destacadas pelo cientista alemão Alexander Von Humboldt como os mais estupendos e úteis trabalhos realizados pelo homem. Construídas sempre acima do nível dos rios para fugir de inundações, a largura das estradas variava de 1 a 16 m dependendo do uso a que se prestava. Havia duas estradas principais, uma serrana com 4.350 km e uma costeira com 3.900 km, além das vias transversais interligando e formando uma rede viária estimada em 17.000 km (Bernucci *et al.*, 2006).

No Brasil, uma das primeiras estradas reportadas tem início em 1560, sob comando de Mem de Sá, terceiro governador-geral e tratou-se do caminho aberto para ligar São Vicente ao Planalto Piratininga, que em 1660 foi recuperado pelo governo

da Capitania de São Vicente, construindo a Estrada do Mar, permitindo então o tráfego de veículos. Em 1922, o trecho mais íngreme foi pavimentado com concreto (Bernucci *et al.*, 2006).

Similar ao que ocorreu com os Incas, que tiveram suas estradas utilizadas pelos colonizadores, no Brasil uma trilha feita pelos índios goianás, foi denominada Estrada Real em Minas Gerais e Caminho do Ouro em Paraty, RJ. Em 1660, o governador das Minas (região do Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo) ordenou que a trilha fosse aberta e descoberta, visando facilitar a ligação entre Rio de Janeiro e São Paulo. No século XVIII foi calçado para transportar o ouro, no século XIX melhorado para transportar o café e no século XX abandonado e esquecido, enquanto no século XXI busca-se a reestruturação para viabilizar o turismo desta parte da história do país (Bernucci *et al.*, 2006).

No início do século XX havia no país 500 km de estradas com revestimento de macadame hidráulico ou similares e o tráfego era restrito a veículos de tração animal (Prego, 2001). Em 1896 chegou da Europa para o Brasil o primeiro veículo de carga e em 1903 foram licenciados os primeiros veículos particulares. Em 1937 foi criado o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). A partir da década de 1940 observou-se um avanço na pavimentação devido à tecnologia desenvolvida durante a Segunda Guerra Mundial. O grande impulso na construção rodoviária brasileira ocorreu nas décadas de 1940 e 1950 devido à criação do Fundo Rodoviário Nacional (FRN) em 1946, oriundo do imposto sobre combustíveis líquidos. Há que se destacar também a criação da Petrobrás no ano de 1953 (Bernucci *et al.*, 2006).

Segundo Prego (2001), 1950 foi o ano em que houve o início da execução em escala industrial de pavimentos e da organização de grandes empresas construtoras, pois antes, mesmo já existindo o laboratório central do DNER, procedimentos amplamente aceitos para aplicação das tecnologias rodoviárias eram escassos. Na década de 1950 foi criado um programa para melhorar as estradas vicinais. Em 1955 entrou em funcionamento a fábrica de asfalto da Refinaria Presidente Bernardes da Petrobras. Em 1956 foi implantada no país a indústria automobilística. Durante o governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961), o 'rodoviarismo' foi impulsionado, aumentando muito a área pavimentada. Em 1985 eram 110.000 km de rodovias pavimentadas e em 2005, 196.000 km. O Brasil está atrás no quesito percentual de

pavimentação (10%) quando se comparado à Europa (50%), Estados Unidos (50%) e mesmo América do Sul (20%) (Bernucci *et al.*, 2006).

3.1.2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Historicamente, o revestimento das vias com a pavimentação tem a intenção de facilitar a movimentação entre pontos, de assegurar maior mobilidade, de garantir acesso mais rápido e seguro a determinados locais sob quaisquer que fossem as condições climáticas apresentadas. Para Senço (2007) e Melo (2010), o pavimento é a estrutura construída sobre a terraplenagem e é dotado das seguintes características:

- a) resistência para suportar os esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los sobre o terreno que está construído;
- b) melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança;
- c) resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento;
- d) conservar suas qualidades sob a ação dos agentes climáticos que causam intemperismo.

De acordo com o DNIT (2006), o pavimento é a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço considerado teoricamente como infinito – o terreno de fundação, designado de subleito. Os pavimentos são compostos basicamente pelas camadas: a) subleito, reforço de subleito (se necessário), b) sub-base, c) base e d) revestimento (Augusto Júnior, 1992).

a) Subleito – é o solo natural ou terreno de fundação, que deve ter suas características geofísicas e geotécnicas analisadas para uma escolha correta do pavimento. O subleito deve passar pelo processo de terraplenagem, estar regularizado e compactado, proporcionar uma plataforma de trabalho firme sobre a qual a sub-base e a base possam ser assentadas. É considerado apto a receber o pavimento quando o Índice de Suporte Califórnia (ISC – *CBR California Bearing Ratio*) for no mínimo 2% e a expansão volumétrica $\leq 2\%$ ou conforme especificado em projeto (DNIT, 2006).

b) Reforço de subleito – Reforço do subleito de solo selecionado é a camada do pavimento constituída de solo escolhido proveniente de áreas de jazidas ou empréstimos, executada sobre o subleito, com intuito de melhorar a capacidade estrutural do pavimento. Os solos empregados devem ser isentos de matéria orgânica e impurezas e devem possuir características superiores às do material do subleito. (DNIT, 2006)

c) Sub-base – é a camada intermediária entre a base e o subleito e deve ser executada conforme previsto em projeto, com os materiais adequados que também serão definidos pelo valor do ISC mínimo necessário, podendo ser por exemplo granular, solo escolhido, solo brita ou tratado com aditivos (DNIT, 2006).

d) Base – é a camada destinada a receber e distribuir uniformemente os esforços provenientes do tráfego da camada de revestimento/rolamento e tem como função principal proteger estruturalmente o subleito das cargas externas, evitando deformações e deterioração do pavimento (Senço, 2007).

e) Revestimento – é a camada que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos, ou seja, está submetida à compressão e tração do tráfego. O revestimento deve melhorar a superfície de rolamento, nos quesitos de conforto e segurança, resistir aos desgastes causados pela abrasão, possuir características impermeabilizantes, mas que permitam também o processo de drenagem (DNIT, 2006).

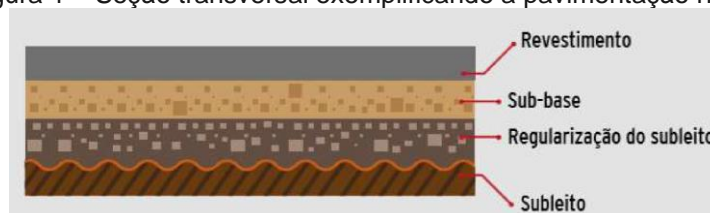
De acordo com os materiais que constituem a camada de revestimento e do seu comportamento quando submetido às cargas previstas de uso, os pavimentos podem ser classificados em flexíveis, rígidos ou semirrígidos.

Pavimento rígido (Figura 1) é aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores, portanto absorve as tensões decorrentes dos carregamentos aplicados (Pinto, Preussler, 2002). Pavimentos de concreto são considerados rígidos, pois absorvem grandes tensões de tração na flexão produzidas pelo carregamento e não requerem, necessariamente, uma fundação de grande suporte, mas sim, um suporte constante e uniforme. Produz uma bacia de deformação na fundação menor que em pavimentos flexíveis e, por isso, as camadas subjacentes são mais protegidas (Rodrigues, 2003).

Alguns autores utilizam o termo pavimentos de concreto de cimento Portland ou concreto-cimento para indicar o pavimento rígido, já que o revestimento é uma

placa de concreto de cimento Portland, sendo que estas podem ou não ser armadas com barras de aço, o que lhe confere ainda maior rigidez. A placa geralmente é assente sobre uma sub-base composta de material granular ou estabilizado por cimento e essa, sobre o subleito ou quando necessário, sobre o reforço do subleito (Bernucci *et al.*, 2006).

Figura 1 – Seção transversal exemplificando a pavimentação rígida

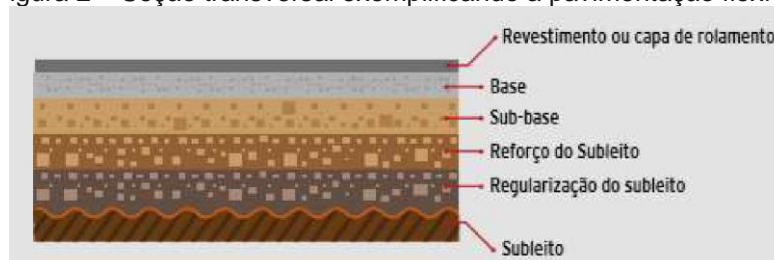


Fonte: CNT, 2017.

No pavimento flexível (Figura 2), todas as camadas sofrem deformações elásticas significativas sob o carregamento aplicado, ou seja, a carga se distribui de forma equivalente por toda a estrutura. Geralmente é constituído de uma ou mais camadas de misturas asfálticas apoiadas sobre bases granulares, como por exemplo, um pavimento constituído por uma base de brita revestida por asfalto (DNIT, 2006). Em geral, a camada asfáltica não possui espessura e rigidez suficiente para suportar e distribuir as tensões solicitantes do tráfego (Fontes, 2009).

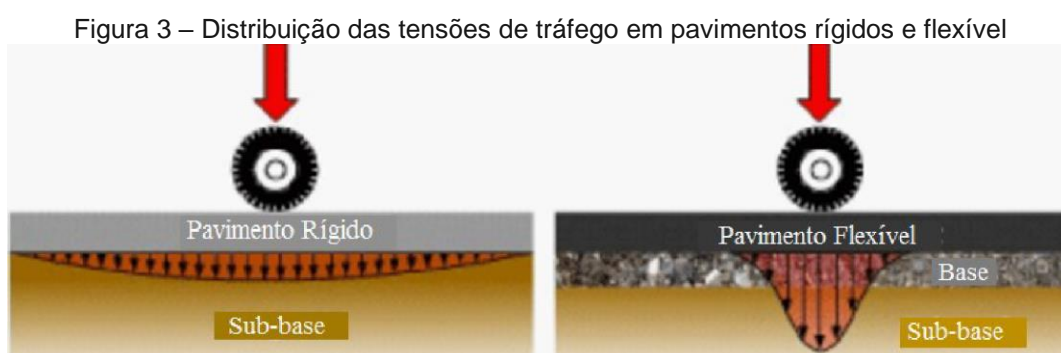
O revestimento asfáltico é a camada superior destinada a resistir às ações do tráfego e transmitir de forma mais branda às camadas subjacentes, impermeabilizar o pavimento e proporcionar conforto e segurança aos usuários da via. O trincamento desta camada pode se dar por fadiga devido às tensões e deformações ocasionadas pela carga de tráfego, por envelhecimento do ligante asfáltico, pela ação climática, entre outras causas. As camadas subjacentes possuem grande importância estrutural no pavimento, pois vão atuar limitando tensões e deformações, através da combinação de materiais e espessuras (Medina, 1997).

Figura 2 – Seção transversal exemplificando a pavimentação flexível



Fonte: CNT, 2017.

No que se refere à distribuição da tensão aplicada sobre o pavimento, há diferenças nítidas entre o rígido e o flexível que podem ser melhor entendidas através da Figura 3. A laje de concreto não sofre deformações tão significativas quanto a camada asfáltica, pois a tensão transmitida às camadas subsequentes é grandemente atenuada, restando uma fração mínima da carga atuante do tráfego (Pessoa Júnior, 2014).



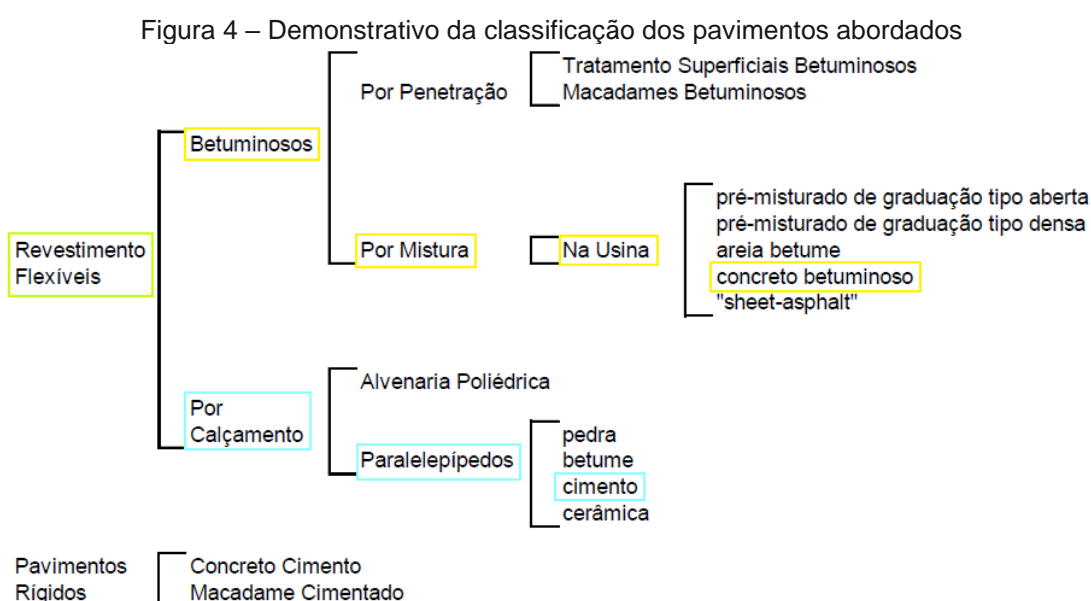
Fonte: Adaptado de Lenz, 2011.

Segundo a Prefeitura Municipal de São Paulo (2004) e a NBR 15.953 da ABNT (2011), o pavimento intertravado é considerado um pavimento flexível, pois as tensões aplicadas sobre ele são distribuídas uniformemente entre suas camadas. Sua estrutura é composta por uma camada de base (ou base e sub-base), seguida por camada de revestimento constituída de peças de concreto sobrepostas em uma camada de assentamento, onde as juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento e o intertravamento do sistema é proporcionado pela contenção. Representa uma versão moderna dos antigos calçamentos executados com blocos de paralelepípedo.

O pavimento semirrígido é caracterizado pela utilização de bases cimentadas sob revestimento asfáltico. A estrutura é composta por revestimento, base cimentada, sub-base granular, reforço do subleito e subleito. A diferença para os pavimentos flexíveis está na presença de ligantes em sua base, com o objetivo de alcançar maior rigidez para que suportem as cargas de tráfego (Pereira *et al.*, 2013; Fontes, 2009). Este tipo de pavimento apresenta nível de deformação intermediário, superior ao do flexível e inferior ao do rígido. Está presente em vias que trafegam veículos pesados, é sujeito a deformações, não sendo indicado para locais com cargas estáticas, como

pontos de ônibus. Sua implantação e manutenção são mais simples comparado ao rígido, sendo interessante para obras que visem menores custos de execução e, assim como o flexível, pode passar pelo processo de reciclagem (Oliveira, 2018).

Os pavimentos asfáltico e intertravado, tema de análise do presente trabalho, são considerados ambos do tipo flexível, atenta-se então para a classificação apontada na Figura 4. A Prefeitura Municipal de São Paulo, em suas instruções para dimensionamento da pavimentação com blocos intertravados, considera os mesmos como pavimentos flexíveis desde 2004. O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), em seu manual de pavimentação de 2006, apresenta uma nota em que comenta sobre os blocos intertravados, os incluindo no grupo dos revestimentos flexíveis, porém, somente em 2011, com a NBR 15.953 da ABNT, que os pavimentos intertravados de concreto passam oficialmente a integrar este grupo.



Fonte: Adaptado de DNIT, 2006.

3.2 PAVIMENTO ASFÁLTICO

O asfalto é um dos mais antigos e versáteis materiais de construção utilizados pela humanidade. Na pavimentação, é um dos mais importantes entre todos e um dos mais antigos também. Na maioria dos países, a pavimentação asfáltica é a principal forma de revestimento e o Brasil não fica fora da estatística, com aproximadamente

95% das vias, sendo rodovias ou ruas com revestimento asfáltico (Bernucci *et al.*, 2006).

Tem-se relatos do uso de materiais betuminosos na pavimentação desde a Mesopotâmia, há cerca de 5000 anos a.C., como material ligante de aderência, que recebia tijolos de argila. Todavia, o intenso desgaste superficial provocado pelo tráfego ocasionou a diminuição no seu uso já que sua durabilidade era baixa (Cruz, 2003).

De acordo com Castro (2010), os primeiros asfaltos ocorriam naturalmente na natureza e eram encontrados em camadas geológicas, como argamassas moles e prontas para serem utilizadas ou como veios negros duros e friáveis de formação rochosa. Foram amplamente utilizados até o início do século XX, quando as técnicas de exploração de petróleo em profundidade e posterior refino tornaram a utilização do asfalto natural restrita (Bernucci *et al.*, 2006).

O uso de asfaltos naturais, extraídos de jazidas, foi realizado primeiramente pelos franceses em 1802, segundo aponta Senço (2007). Posteriormente os americanos, em 1838 e os ingleses, em 1869, pavimentaram ruas e pátios. Somente em 1870 os americanos fizeram o primeiro pavimento com mistura fina, o revestimento betuminoso, na cidade de Newark – New Jersey (EUA). Assim como os anteriores, este também não contou com dimensionamento, no entanto, esta começou a tornar-se uma preocupação, o que incentivou o desenvolvimento de pesquisas e criação de órgãos para este fim. Prego (2001) afirma que as primeiras pavimentações asfálticas no Brasil que empregaram asfalto natural, foram realizadas em ruas do Rio de Janeiro, no ano de 1908 e o asfalto foi importado de Trinidad, em barris.

Sendo os norte-americanos vanguardistas nos estudos de pavimentação, os principais órgãos são: *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*, *Highway Research Board (HRB)*, *United States Army Corps of Engineers (USACE)*, *California Division of Highways* e *Portland Cement Association (PCA)*. Há que se mencionar que, em suas pesquisas, estes órgãos não consideram o clima e solo do Brasil, todavia, o uso destas ainda é recomendado (Filgueiras, 2019).

Com o intuito de entender melhor sobre a pavimentação, no ano de 1920, em Illinois (EUA), desenvolveram-se ensaios em escala real, através da construção de pavimentos com diferentes tipos de materiais. Foi o primeiro estudo que deu indicações para as espessuras dos pavimentos, no entanto, como foi um teste

empírico e genérico, serviu para incentivar o desenvolvimento dos primeiros métodos que consideravam a resistência do solo de fundação (Branco; Pereira; Santos, 2016).

Há várias razões para o grande uso do asfalto na pavimentação, sendo que as principais são porque proporciona forte união entre os agregados, agindo como um ligante que permite flexibilidade controlável, é impermeabilizante, durável e resistente à ação da maioria dos ácidos, álcalis e sais, podendo ser utilizado aquecido ou emulsionado, em amplas combinações de esqueleto mineral, com ou sem aditivos (Bernucci *et al.*, 2006).

O asfalto usado na pavimentação é um ligante betuminoso que provém da destilação do petróleo e que tem a propriedade de ser um adesivo termoviscoelástico, impermeável à água e pouco reativo. A baixa reatividade química a muitos agentes não evita que esse material possa sofrer processo de envelhecimento por oxidação lenta pelo contato com ar e água (Bernucci *et al.*, 2006).

Na maioria dos pavimentos brasileiros, utiliza-se uma mistura de agregados minerais de vários tamanhos, podendo variar quanto à fonte, com ligantes asfálticos, que, de forma adequadamente proporcionada e processada, garante ao serviço executado a impermeabilidade, flexibilidade, estabilidade, durabilidade, resistência à derrapagem, à fadiga e ao trincamento térmico, de acordo com o clima e tráfego previstos para o local. Os requisitos técnicos e de qualidade de um pavimento asfáltico serão atendidos com um projeto adequado da sua estrutura, da dosagem correta da mistura asfáltica, compatível com as demais camadas e considerando sempre o clima, solo e tráfego da área (Bernucci *et al.*, 2006).

O material de revestimento pode ser fabricado em usina específica, fixa ou móvel, ou preparado na própria pista. Os revestimentos são também identificados quanto ao tipo de ligante: a quente com o uso de CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo), ou a frio com o uso de EAP (Emulsão Asfáltica de Petróleo). As misturas usinadas podem ser separadas quanto à distribuição granulométrica em densas, abertas, contínuas e descontínuas. Cada mistura de revestimento tem requisitos próprios de dosagem e atendem a determinada finalidade, cabe ao engenheiro de pavimentação fazer a melhor escolha, baseado nos estudos prévios (Bernucci *et al.*, 2006).

As misturas usinadas distinguem-se de acordo com o padrão granulométrico e as características mecânicas, em função da aplicação a que se destina. Um dos tipos mais empregados no Brasil, e um dos elementos de análise no presente trabalho,

é o concreto asfáltico, também denominado concreto betuminoso usinado a quente - CBUQ. O CBUQ é o produto da mistura de agregados de vários tamanhos e cimento asfáltico, aquecidos em temperaturas previamente definidas em função da característica viscosidade-temperatura do ligante (Bernucci *et al.*, 2006; DNIT, 2006; Nakamura, 2011).

Como o CBUQ possui tanto agregado mineral quanto ligante asfáltico, o comportamento da mistura é afetado pelas propriedades de seus componentes individuais, mas também pela relação entre eles. O ligante asfáltico atua como um elemento de ligação, colando as partículas minerais e formando uma massa coesa. O ligante é insolúvel em água, então também atua como agente impermeabilizante na mistura. O esqueleto mineral, quando unido pelo ligante asfáltico, forma um sistema tenaz e resistente ao impacto (Oliveira, 2018).

Segundo Marques (2006), o CBUQ é uma mistura da mais alta qualidade, em que um controle rígido na dosagem, mistura e execução, deve atender às exigências de estabilidade, durabilidade, flexibilidade e resistência ao deslizamento.

O cimento asfáltico tem sido o principal material aglutinante utilizado na construção de vias, no entanto, o rápido aumento na frota de veículos tem causado a degradação prematura dos pavimentos, o que ocasiona maiores custos de manutenção e transtornos aos usuários. O asfalto é um excelente material aglutinante, fácil de aplicar e relativamente barato, porém apresenta limitações (IBP, 1999).

A resistência à tração do asfalto diminui à medida que este é esticado, ou seja, o cimento asfáltico perde resistência mecânica quando o pavimento sofre deflexões. Em baixas temperaturas se torna rígido e quebradiço, em altas, amolece e se torna fluido, podendo resultar em deformações plásticas no pavimento. Um tipo de deformação é a chamada permanente, pois representa o acúmulo de pequenas parcelas de deformação que ocorrem a cada carregamento e não pode ser recuperada. O afundamento de trilha de roda é o exemplo mais comum, sendo causado pela repetição das tensões aplicadas no subleito que se estendem por todas as camadas do pavimento. Outro tipo de afundamento de trilha de roda resulta da acumulação de deformação nas camadas betuminosas, causada por misturas com pouca resistência ao cisalhamento, insuficiente para resistir à passagem de cargas repetidas (IBP, 1999).

O defeito mais frequente nos pavimentos asfálticos em vias urbanas é o afundamento e o escoamento do revestimento na trilha de rodas, resultante de deformações permanentes irreversíveis (plásticas), seja nos corredores de ônibus ou em áreas de circulação e estacionamento de veículos comerciais, provocando desconforto e insegurança e é agravado com o aumento da temperatura local e com o tipo de ligante asfáltico empregado no revestimento (Medina, 1997).

3.3 PAVIMENTO INTERTRAVADO

Há registros do uso de modelos semelhantes a pavimentos intertravados desde a Mesopotâmia há quase 5.000 anos a.C. e no Império Romano desde 2.000 a.C., na pavimentação de vias com pedras brutas (ABCP, 2010). Marchioni (2012) complementa que o pavimento intertravado teve origem com a pavimentação com pedras talhadas manualmente, com o objetivo de melhoria do rolamento, antes feito com pedras em estado natural. Porém, a pavimentação com pedras talhadas possuía grande dificuldade de produção artesanal, além de um aspecto ainda irregular, desfavorecendo o conforto e dificultando a passagem de pessoas e veículos (ABCP, 2010).

Estima-se que os primeiros assentamentos foram feitos no século XVIII e o desenvolvimento das primeiras formas de pavimentação evoluiu inicialmente para as pedras talhadas. No Brasil, Balbo (2007) afirma que a primeira via foi pavimentada em 1792 e tratou-se da calçada de Lorena, que ligava Riacho Grande, em São Bernardo do Campo a Cubatão, Santos. Havia muita dificuldade em produzir manualmente as peças, padronizar as dimensões de modo a homogeneizar o encaixe, além do desconforto na utilização, o que impulsionou o desenvolvimento das peças pré-moldadas de concreto (Filgueiras, 2019).

A fabricação das peças pré-moldadas de concreto iniciou-se para sanar esta dificuldade no final do século XIX, em pequenas fábricas. No entanto, ao final da Segunda Guerra Mundial, com o intuito de reconstruir a Europa, blocos industriais passaram a ser produzidos em grande escala na Alemanha, originando então o sistema de pavimentação de blocos de concreto intertravado (ABCP, 2010; Fioriti; Ino; Akasaki, 2007).

No início da sua produção, as formas dos blocos tentavam imitar os tijolos, pois a intenção era que ocorresse a substituição gradual desse material. As vantagens conhecidas na época se limitavam aos baixos custos e homogeneidade das peças (Cruz, 2003).

Após 1950, as formas evoluíram consideravelmente. A tecnologia para fabricação dos blocos foi evoluindo na Europa juntamente com o mercado e, a partir de 1960, se expandindo pelo mundo (Page, 1998). No Brasil, foi na década de 1970 que o uso deste tipo de revestimento na pavimentação foi ampliado e os aperfeiçoamentos na fabricação dos blocos foram incluídos (Hallack, 1999).

Com a intensificação do processo de urbanização, aumentou o uso de pavimentos com blocos pré-moldados de concreto de cimento Portland, coloquialmente também chamados de *pavers*, o que demandou a utilização de materiais alternativos visando um equilíbrio entre os pilares ambientais, tecnológicos e econômicos (Fioriti; Ino; Akasaki, 2007). De acordo com a Prefeitura Municipal de São Paulo (2004), os *pavers* são uma versão aperfeiçoada dos antigos paralelepípedos, com melhoria na forma e evolução na estrutura e fabricação.

A indústria de pavimentos intertravados vem crescendo em grandes proporções em todo o mundo. O que era um material restrito para efeitos arquitetônicos ou paisagísticos, deu lugar à versatilidade na harmonização em vários ambientes e necessidades, inclusive rodoviário e industrial. Países em desenvolvimento lideram o uso de *pavers* em estradas, mas o mais importante é ressaltar que este tipo de pavimentação é versátil e pode ser ajustado para qualquer esquema de engenharia, organização e trabalho (Fioriti, 2007).

Com o crescente uso do pavimento intertravado como uma alternativa ao pavimento asfáltico, vastamente utilizado no país, tem-se cronologicamente alguns instrumentos normativos lançados por determinados órgãos. Em 2004, a Prefeitura Municipal de São Paulo, lançou uma instrução que tinha como objetivo o dimensionamento, orientação e padronização em caráter técnico dos procedimentos com pavimentos intertravados. Em 2006, em seu manual de pavimentação, o DNIT descreve sobre os tipos de revestimentos por calçamento e cita em uma nota os blocos intertravados de concreto. No ano de 2011, a ABNT lança a NBR 15.953, que dispõe sobre o pavimento intertravado com peças de concreto e em 2013, a NBR

9.781 dispõe sobre peças de concreto para pavimentação, especificação e métodos de ensaio.

De acordo com a normativa NBR 9.781 (ABNT, 2013, p. 2), o pavimento intertravado é considerado:

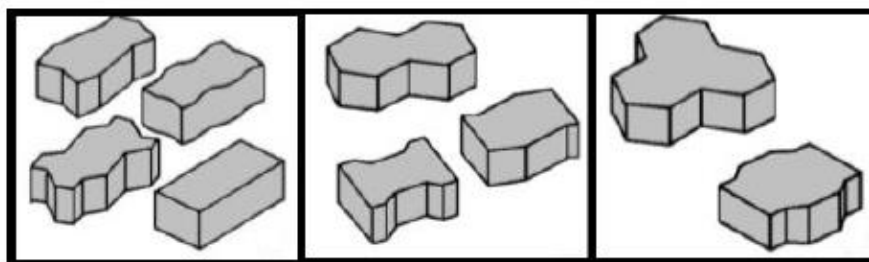
Um pavimento flexível cuja estrutura é composta por uma camada de base (ou base e sub-base), seguida por camada de revestimento constituída por peças de concreto justapostas em uma camada de assentamento e cujas juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento e o intertravamento do sistema é proporcionado pela contenção.

Sendo considerado o pavimento intertravado um tipo de pavimento flexível, as peças pré-moldadas justapostas absorvem os esforços e dividem entre as camadas subjacentes, sendo que as tensões verticais ficam mais concentradas na área de aplicação da carga (Prefeitura Municipal de São Paulo, 2004a; ABNT, 2011).

A camada de revestimento, formada pelos blocos pré-moldados de concreto – *pavers*, além de ser responsável pela estética do pavimento, também deve resistir aos esforços de cisalhamento provocados pelas rodas. Embora o aspecto estético conte muito, a função estrutural deve ser determinante e considerada através da rigidez do concreto que constitui a peça e do intertravamento entre elas (Hallack, 1999).

Não há consenso na literatura sobre o melhor formato (Figura 5) e espessura dos blocos no desempenho da pavimentação, há que se considerar sempre a área em que será realizada, o tráfego que será imposto e os estudos prévios sobre o terreno de assentamento, embora as peças que contêm mais segmentos, forneçam um melhor trabamento e menor deformação por tensão (ABCP, 1999b; Cruz, 2003). Independente da espessura dos blocos, que varia de 6 a 10 cm, a deformação é maior nas primeiras solicitações e ocorre devido à acomodação das peças no colchão de areia.

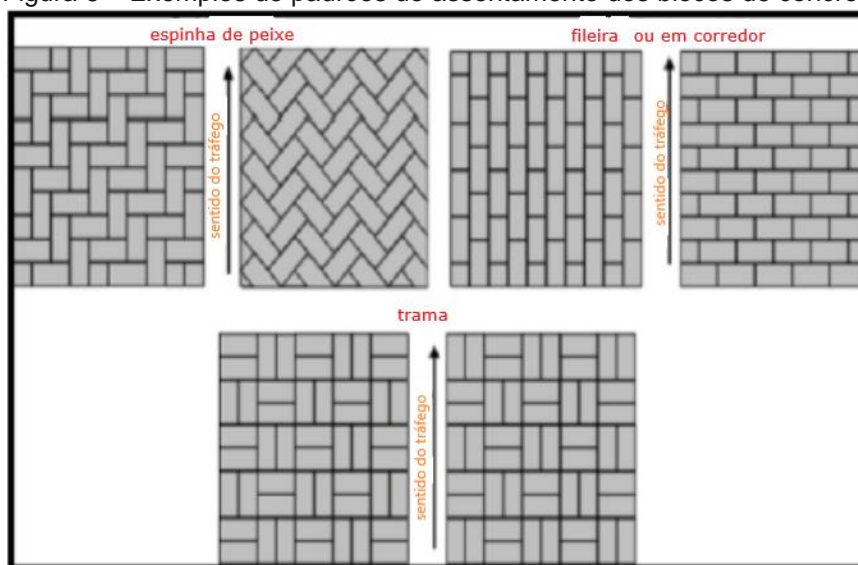
Figura 5 – Exemplos de formatos dos blocos de concreto



Fonte: Adaptado de Schackel, 1990 apud Godinho, 2009.

O posicionamento que os *pavers* são assentados (Figura 6), tem influência direta no desempenho do pavimento, pois criam diferentes condições de intertravamento. No pavimento com peças dispostas em fileiras, o intertravamento é menor, por isso não é indicado para tráfego intenso e pesado, enquanto a configuração em ‘espinha de peixe’ proporciona maior intertravamento e, por consequência, maior segurança e menor deformação (ABCP, 1999a; ICPI, 2002).

Figura 6 – Exemplos de padrões de assentamento dos blocos de concreto

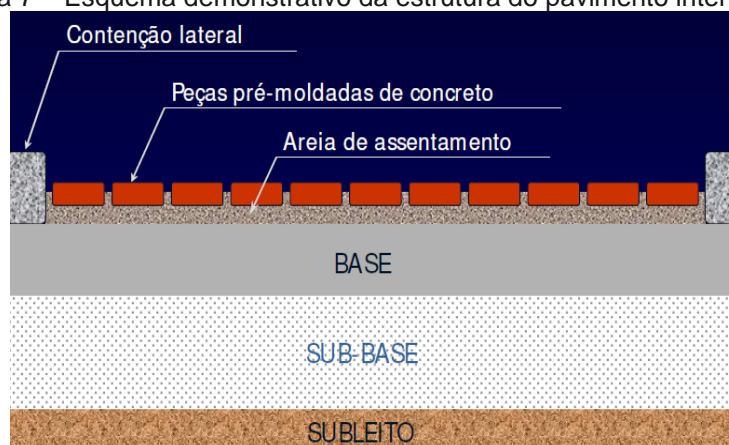


Fonte: Adaptado de Hallack, 1999.

Um bom travamento confere aos *pavers* a capacidade de transmitir as cargas superficiais aplicadas em pequenas áreas, para áreas mais extensas nas camadas de base, mantendo as tensões no subleito dentro de limites admissíveis (Hallack, 1999).

Além do intertravamento entre os *pavers*, assumem papel crucial na estrutura desse tipo de pavimentação, a contenção lateral e a camada de assentamento (Figura 7), também chamada de ‘colchão de areia’ (ABCP, 2010; Fernandes, 2013). A função dessa camada é formar uma superfície regular e homogênea para assentar os blocos, evitando a concentração de tensão em locais pontuais (Cruz, 2003). O intertravamento do sistema como um todo - entre os blocos e destes com o colchão de areia, areia de rejuntamento e contenção lateral - fornece ao pavimento a capacidade de resistir aos movimentos de deslocamento individual seja vertical, horizontal, rotacional ou de giro em relação às peças vizinhas, além de garantir o bom desempenho e durabilidade (Fioriti, 2007; ABNT, 2011, 2013; ABCP, 2010).

Figura 7 – Esquema demonstrativo da estrutura do pavimento intertravado



Fonte: ABCP, 1999.

O intertravamento vertical é a capacidade das peças resistirem ao deslocamento no sentido vertical em relação às peças vizinhas, ou seja, afundar. Fornecido pelo esforço de cisalhamento absorvido pela camada de rejuntamento de areia entre as peças e a capacidade estrutural das camadas inferiores do pavimento. Pode também ser proporcionado através de encaixes macho-fêmea, a depender do formato das peças escolhidas (Knapton, 1996).

O intertravamento horizontal é a capacidade das peças resistirem ao deslocamento horizontal em relação às peças circundantes, ou seja, lateralmente, durante a frenagem e aceleração dos veículos (ABCP, 2010). Deve ser proporcionado por qualquer tipo de formato e arranjo de assentamento do pavimento. Destaca-se também o papel da contenção lateral na estrutura geral do pavimento, juntamente com o rejuntamento bem executado e com material adequado. Os *pavers* com esse tipo de intertravamento são os mais utilizados, pois possibilitam um sistema de assentamento e remoção simplificado, assim como o reparo e manutenção, se necessário, apresentando baixo custo já que cerca de 95% dos blocos podem ser reaproveitados (ABCP, 1999a; Cruz, 2003).

O intertravamento rotacional ou giratório impede que a peça gire em torno do seu próprio eixo. Garantido através da espessura das juntas e, conseqüentemente, pelo confinamento oferecido pelas peças adjacentes. Fenômeno mais frequente em áreas de frenagem, aceleração, curvas ou com confinamento mal realizado (Cruz, 2003; Knapton, 1996).

O bloco intertravado de concreto é um revestimento que suporta diversos tipos de tráfego, possui boa durabilidade e resistência, permitindo uma vida útil longa e gerando economia em relação ao custo benefício (Oliveira, 2018). Hallack (2001) e Ary Júnior (2007) apontam diversas vantagens do pavimento intertravado para além das suas características estéticas e valor paisagístico, como:

- a) Versatilidade do material;
- b) Facilidade de estocagem;
- c) Facilidade e rapidez de colocação e manutenção, pois são encaixados sem necessidade de argamassa e nem mão de obra especializada, além de ser retirados e recolocados sempre que houver necessidade de reparos;
- d) Se adaptam facilmente aos desníveis do terreno, desde que o projeto esteja bem executado;
- e) São considerados ecologicamente interessantes já que são recicláveis e reutilizáveis;
- f) A produção do concreto é menos poluente que a do asfalto;
- g) Exigem menor espessura da estrutura onde são assentados, o que causa menos agressão ao solo;
- h) Possibilidade de utilização imediata do pavimento após a compactação final;
- i) As trincas das camadas de base não são transmitidas ao revestimento;
- j) Acomodações do subleito não costumam causar rebaixamentos no pavimento;
- k) A restauração, por qualquer motivo, é facilmente executável;
- l) Fácil manutenção de canalizações subterrâneas, sem comprometer a estrutura;
- m) Grande durabilidade;
- n) Bom desempenho em declives entre 20 e 30%, já que resistem à erosão das águas (ABCP, 1999a);
- o) Possui maior permeabilidade que o asfalto, permitindo micro drenagens de águas fluviais e também pluviais;
- p) As propriedades antiderrapantes das peças conferem maior aderência e, conseqüentemente, maior segurança aos usuários;

- q) Mais resistente que o asfalto às deformações plásticas com efeito afundamento trilha das rodas, devido ao intertravamento (Santana, 1993);
- r) Maior conforto térmico devido à menor absorção de calor, se comparado a outros tipos de revestimento;
- s) Diminui o consumo de energia elétrica da iluminação pública, devido à reflexão da luz ocasionada pela cor clara das peças, chegando à uma economia de 30% se comparado ao asfalto (Marchioni; Silva, 2011).
- t) Fioriti (2007) afirma que se forem seguidos alguns requisitos básicos, como uma sub-base bem executada, blocos de qualidade e assentamento correto, um pavimento intertravado pode chegar a 25 anos de vida útil.

3.4 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO

3.4.1 DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO FLEXÍVEL

No final do século XIX, a implantação de pavimentação não possuía nenhum tipo de dimensionamento, devido às cargas atuantes serem consideradas menores e também porque a espessura dos materiais utilizados tinha caracterização semelhante (Santos, 2011).

Ao dimensionar um pavimento, se busca na maioria das vezes, a alternativa economicamente mais viável, considerando o desgaste futuro da estrutura e o desempenho funcional quando submetida às tensões frequentes do tráfego (Oliveira, 2018).

De acordo com Senço (2007), o dimensionamento visa determinar as espessuras das camadas de reforço do subleito, sub-base, base e revestimento, para que essas possam suportar e distribuir as pressões resultantes da passagem dos veículos ao terreno de fundação, impedindo que toda a estrutura sofra ruptura, deformações ou desgaste superficial excessivo.

No dimensionamento, consideram-se as cargas aplicadas estáticas, no entanto, a estrutura é submetida a cargas repetidas, acarretando deformações permanentes e elásticas com intensidade dependendo da quantidade de repetições

(Senço, 2007). Os métodos de dimensionamento podem ser classificados em empíricos, mecanísticos e empíricos-mecanicistas (Oliveira, 2018).

O método empírico é resultado da modelagem estatística da evolução dos parâmetros físicos observados nos pavimentos em serviço.

Os métodos mecanísticos utilizam uma teoria para prever as tensões e deformações provenientes do tráfego e do clima na estrutura do pavimento. São baseados na teoria da elasticidade, em que são utilizados programas computacionais para prever o funcionamento da estrutura quando solicitada, permitindo assim, a alteração dos materiais ou das espessuras das camadas de modo que o conjunto seja solicitado de forma equilibrada, sem sobrecarregar nenhuma camada, evitando rupturas precoces (Pinto; Preussler, 2002).

O método empírico-mecanicista leva em conta teoria e prática, considerando as tensões, deformações e deslocamentos impostos pelas cargas de tráfego e a capacidade dos materiais da estrutura de resistir (Franco, 2007). Com a diversificação do tráfego, essa capacidade de estudo mais detalhado do pavimento, contribui enormemente para a melhoria do desempenho estrutural e funcional do mesmo. Outro avanço é a abordagem dos efeitos das condições ambientais e de tráfego de forma inovadora e mais precisa para diferentes situações (Moraes, 2017). Balbo (2007) afirma que é visto como um método mais promissor, pois pode permitir a absorção de aspectos relacionados à progressão de fraturas dos materiais futuramente.

3.4.1.1 MÉTODO DO DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER (1981)

O método de dimensionamento de pavimentos flexíveis mais utilizado no Brasil atualmente é o método do DNER. Ele foi trazido para o país pelo engenheiro Murillo Lopes de Souza e foi oficialmente adotado pelo DNER em 1961, com uma revisão subsequente em 1981.

O método é empírico, com base experimental nos ensaios realizados nas pistas da AASHTO, nos Estados Unidos, e visa proteger o subleito de deformações plásticas excessivas (DNIT, 2006a). Considerando-se uma combinação de fatores de equivalência de carga, o dimensionamento é feito em função do número repetições de eixo-padrão de 80 kN, durante o período de projeto (Balbo, 2007).

O método do DNER (1981) avalia o potencial de ruptura do solo por meio do Índice de Suporte Califórnia (ISC) e relaciona seu resultado com o número N, dessa forma, através da composição estrutural do pavimento, visa proteger o subleito frente a ruptura por cisalhamento. Este método não contempla efeitos de fadiga na estrutura do pavimento flexível (Franco, 2007).

Santos (2011) ainda afirma que, para determinar as demais camadas constituintes da estrutura, dadas em termos de material granular, as camadas são convertidas para as espessuras reais dos materiais utilizados através dos coeficientes de equivalência estrutural, onde espessuras de material granular e do material utilizado devem representar desempenho similar.

O Método do DNER (Souza, 1981) tem como premissa básica fundamentar-se no critério do ISC, apresentando como modo de ruptura, o acúmulo de deformações plásticas causadas pelos esforços cisalhantes que ocorrem no subleito e nas demais camadas granulares do pavimento (Balbo, 2007).

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT, o Método do DNER define as espessuras de cada camada constituinte da estrutura através do ISC do subleito, reforço do subleito (quando empregado), da sub-base e do volume de tráfego além de estabelecer as camadas e limites da estrutura do pavimento:

- a) Materiais constituintes do subleito:
 - Expansão $\leq 2\%$
 - ISC $\geq 2\%$

- b) Materiais usados para reforço do subleito (caso necessário):
 - ISC necessariamente maior que o subleito
 - Expansão $\leq 2\%$

- c) Materiais usados para sub-base:
 - ISC $\geq 20\%$
 - Índice do grupo = 0
 - Expansão $\leq 1\%$

d) Materiais usados para base:

- $ISC \geq 80\%$
- Expansão $\leq 0,5\%$
- Limite de liquidez ≤ 25
- Índice de plasticidade ≤ 6

Vale ressaltar que, para um valor de N menor que 5×10^6 , pode-se utilizar materiais com ISC maiores ou iguais a 60% para a base.

Os materiais para a base granular devem se enquadrar numa das seguintes faixas granulométricas (Quadro 1):

Quadro 1 – Granulometria para base granular

Tipos	Para $N > 5 \times 10^6$			Para $N < 5 \times 10^6$			Tolerâncias da faixa de projeto
	A	B	C	D	E	F	
	% em peso passando						
2"	100	100	-	-	-	-	± 7
1"	-	75-90	100	100	100	100	± 7
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-	± 7
N° 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	10-100	± 5
N° 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100	± 5
N° 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70	± 2
N° 200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25	± 2

Fonte: DNIT, 2006.

As seguintes especificações do DNIT devem ser seguidas:

- a) Supõem-se que há drenagem superficial adequada e que o lençol d'água subterrâneo foi rebaixado a, pelo menos, 1,50 m em relação ao greide de regularização;
- b) As espessuras máxima e mínima de compactação das camadas granulares são de 20 cm e 10 cm, respectivamente;
- c) A espessura mínima construtiva para estas camadas deve ser de 15 cm.

Definidas estas premissas pode-se iniciar o dimensionamento do pavimento. Para isso, é necessário conhecer o número N e em seguida determinar o coeficiente de equivalência estrutural para as diferentes camadas que irão constituir o futuro pavimento. Na Tabela 1, pode-se observar os componentes dos pavimentos e seus respectivos valores de coeficiente de equivalência estrutural (k) para materiais constitutivos do pavimento.

Tabela 1 – Coeficientes de equivalência estrutural - K

Componentes do Pavimento	Coefficiente k
k Base ou revestimento de concreto betuminoso	2.00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1.70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: DNIT, 2006.

Após a obtenção dos valores de k de cada material a ser utilizado, é necessário escolher o tipo de revestimento mais adequado ao esforço de tráfego indicado pelo N (Quadro 2).

Quadro 2 – Espessura mínima de revestimento betuminoso

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT, 2006.

Em seguida, são definidas as espessuras das camadas utilizando inequações, 1, 2, 3, pré-definidas pelo método e pelas curvas indicadas na Figura 8, as quais determinam a espessura do material que deve estar sobre uma camada considerando parâmetros de tráfego e de suporte dos materiais constituintes.

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20} \quad (1)$$

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_{SB} \geq H_n \quad (2)$$

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_{SB} + h_n \cdot K_{ref} \geq H_m \quad (3)$$

Sendo:

R = Espessura do revestimento

K_R = Coeficiente de equivalência estrutural do revestimento

B = Espessura da camada de base

K_B = Coeficiente de equivalência estrutural da base

H_{20} = Espessura sobre a camada da sub-base

h_{20} = Espessura da camada de sub-base

K_{SB} = Coeficiente de equivalência estrutural da sub-base

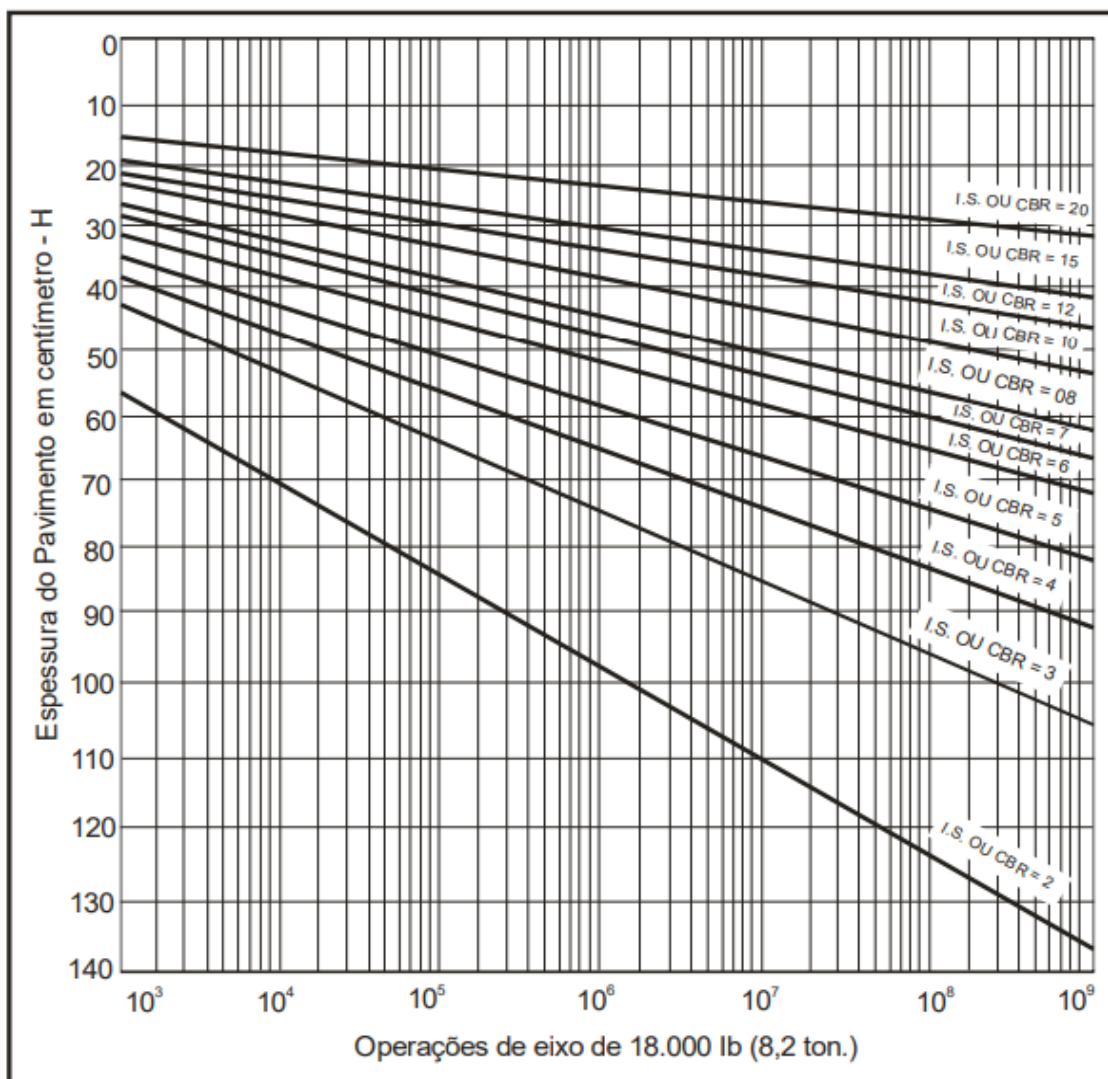
H_n = Espessura sobre a camada de reforço do subleito

h_n = Espessura da camada de reforço do subleito

K_{ref} = Coeficiente de equivalência estrutural do subleito

H_m = Espessura sobre a camada de subleito

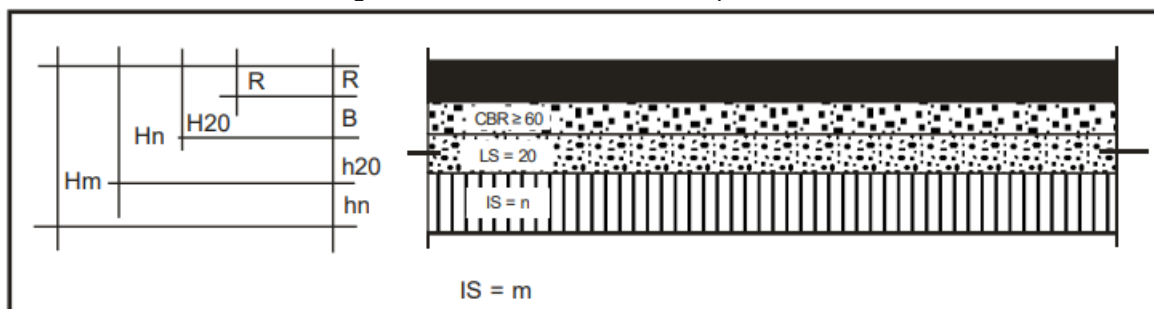
Figura 8 – Determinação de espessuras do pavimento.



Fonte: DNIT, 2006.

Na Figura 9, é apresentado o detalhamento do nome de cada camada:

Figura 9 – Dimensionamento do pavimento.



Fonte: DNIT, 2006.

3.4.1.2 MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO NACIONAL – MeDiNa (2007)

Embora o método do antigo DNER seja largamente difundido no país, apresenta algumas limitações, impulsionando o surgimento de novas metodologias que atendam melhor à realidade, como é o caso do método MeDiNa.

O método MeDiNa surgiu como uma atualização do método de 1981 do DNER e homenageia o professor Jacques de Medina. Foi desenvolvido em uma parceria entre o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE) e o Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES) (Gontijo, 2021). O MeDiNa é baseado no sistema operacional SISPAV (método de dimensionamento mecânico-empírico de pavimentos asfálticos), utiliza o *software* MeDiNa como ferramenta de base e foi desenvolvido por Franco (2007) em sua tese de doutorado (Franco; Motta, 2020).

A análise realizada pelo *software* é dinâmica, considerando impactos sequenciais em toda a estrutura do pavimento, simulando com mais fidelidade os acontecimentos reais. Esse método considera o módulo de resiliência dos materiais, seja solo, brita graduada simples e até mesmo misturas asfálticas (Venescau, 2022). Através da rotina AEMC (análise elástica de múltiplas camadas), que usa como referência a teoria da elasticidade, com a possibilidade de análise não linear simplificada, é possível fazer a análise em relação à vida útil do projeto, analisando diferentes cenários referentes à estrutura do pavimento (Franco; Motta, 2020)

O dimensionamento de um pavimento no MeDiNa consiste em definir a estrutura do pavimento, alimentando o programa com as características dos materiais de cada camada e definir o tráfego (número N). Após o lançamento dos dados, é possível realizar uma análise de como a estrutura se comporta ou o dimensionamento do pavimento de fato. Na análise da estrutura, o programa realiza os cálculos sem alterar a espessura das camadas marcadas e apresenta assim um resumo para o projetista e no dimensionamento, o programa já fornece qual a espessura necessária de cada camada (Pitangui, 2019).

A estrutura do pavimento define-se escolhendo o tipo de material que será simulado em cada camada, sendo possível inserir as características mecânicas de cada material de acordo com os ensaios já realizados em laboratório. Com base nos materiais utilizados é realizado o dimensionamento das espessuras das camadas do

pavimento. Após o cálculo dos deslocamentos, das tensões e das deformações, o programa verificará se o número de aplicações das solicitações irá gerar trincamentos excessivos da camada de revestimento ou afundamento na trilha de roda acima dos limites pré-estabelecidos (Gontijo, 2021).

Ainda, o programa define alguns critérios de parada, a partir do tipo de via analisada. Esses critérios são parâmetros que servem como base para os projetistas, a fim de que estes possam analisar, para o período de projeto e para as características e espessuras das camadas dimensionadas, se foi atingido ou não o limite de porcentagem de área trincada e o limite de deformação permanente.

Assim, caso um determinado projeto apresente, em algum ano do período de vida útil, porcentagem de área trincada e/ou deformação permanente superiores àquelas limitadas pelo MeDiNa, significa dizer que tal projeto não atende à análise feita pelo programa, ou seja, provavelmente seriam necessárias camadas mais espessas, diferentes materiais para a estrutura, entre outras soluções. O Quadro 3 resume os critérios e a confiabilidade de cada tipo de via.

Quadro 3 – Critérios de parada

TIPO DE VIA	CONFIABILIDADE	ÁREA TRINCADA	DEF. PERMANENTE
Sistema Arterial Principal	95%	30%	10mm
Sistema Arterial Primário	85%	30%	13mm
Sistema Arterial Secundário	75%	30%	20mm
Sistema Coletor Primário	85%	30%	13mm
Sistema Coletor Secundário	75%	30%	20mm
Sistema Local	65%	30%	20mm

Fonte: Franco; Motta, 2020.

Vale ressaltar que o *software* possui um banco de dados com informações sobre materiais que serão utilizados para fazer as análises. Os materiais escolhidos serão os mais próximos utilizados no dimensionamento pelo método do DNER.

3.4.2 DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO INTERTRAVADO

O dimensionamento dos pavimentos intertravados vem se desenvolvendo há cerca de 40 anos, desde sua utilização para calçada de pedestres, até em terminais portuários. Os *pavers* são considerados pavimentos flexíveis e o desempenho final da

estrutura dependerá diretamente da metodologia utilizada e da execução do projeto na realização da pavimentação (Marcuz, 2021).

Para os blocos intertravados de concreto, o método de dimensionamento preconizado é o da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 1999), sendo que sua utilização foi indicada pela Instrução de Projeto 06 da Prefeitura Municipal de São Paulo (2004a).

Previamente devem ser realizados estudos geotécnicos do subleito para a definição do ISC (Índice de Suporte Califórnia), ou seja, da capacidade de suporte do solo ou do material de empréstimo, caso for utilizado. Também deve ser realizado estudo de tráfego para definição do número N de solicitações equivalentes ao eixo simples padrão, representado por um eixo simples de rodagem dupla com 80 kN, na via em estudo. Para pavimentos intertravados no Brasil é considerada uma carga máxima legal de 10 toneladas por eixo simples de rodagem dupla (Baulé, 2018).

Posterior à caracterização de tráfego, realiza-se a classificação da via a ser pavimentada de acordo com as Instruções de Projeto – 02/2004 (Prefeitura Municipal de São Paulo, 2004b), como consta no Quadro 4. Onde o volume inicial na faixa mais carregada deve ser considerado diariamente (Prefeitura Municipal de São Paulo, 2004b)

Quadro 4 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente / Veículo	N	N característico
			Veículo Leve	Caminhão/ Ônibus			
Via local	LEVE	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		3×10^6 ⁽¹⁾	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

Fonte: Prefeitura Municipal de São Paulo, 2004b.

Após realizar a classificação da via a ser pavimentada, escolhe-se o procedimento de cálculo a ser empregado em função do parâmetro N. Para vias de tráfego muito leve e leve com N até 10^5 , por não precisar de camada base, e para vias de tráfego meio pesado a pesado com N superior a $1,5 \times 10^6$, em função do emprego de bases cimentadas, é recomendado o uso do procedimento A e para vias de tráfego médio a meio pesado com N entre 10^5 e $1,5 \times 10^6$, é indicado o procedimento B, pois ele utiliza bases granulares (Prefeitura Municipal de São Paulo, 2004a).

Procedimento A – adaptação feita pela ABCP de um estudo técnico realizado pela *British Cement Association* (BCA), utilizando bases cimentadas, onde dois gráficos de leitura direta fornecem as espessuras necessárias das camadas constituintes da estrutura do pavimento. Descobre-se as espessuras necessárias de sub-base através do valor do ISC do subleito e do número N. Os *pavers* da camada de revestimento devem atender às especificações da NBR 9.781 (2013) e sua espessura é determinada em função do parâmetro N, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Espessura e resistência dos blocos de concreto

TRÁFEGO	ESPESSURA	RESISTÊNCIA A
	REVESTIMENTO	COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Fonte: Prefeitura Municipal de São Paulo, 2004a.

Procedimento B – evoluiu do método da USACE de pavimentos flexíveis, considerando o intertravamento dos blocos de concreto, pressupondo uma resistência crescente das camadas, a partir do subleito, de modo que as deformações por cisalhamento e por consolidação dos materiais sejam pequenas a ponto de reduzir ao mínimo as deformações verticais permanentes (trilhas de rodas). A espessura mínima para os blocos neste método é de 8 cm, podendo ser utilizados de 10 cm, em condições mais severas de carregamento (Prefeitura Municipal de São Paulo, 2004a).

O *United States Army Corps of Engineers* (USACE) elaborou uma metodologia baseada em pesquisas desenvolvidas na Austrália, África do Sul, Grã-Bretanha e EUA e em observações laboratoriais e de pistas experimentais nas quais o desempenho de pavimentos em serviço foi acompanhado. Admite adoção de bases

tratadas com cimento com fator de equivalência estrutural de 1,65 em relação às bases granulares (Prefeitura Municipal de São Paulo, 2004a).

Serão descritas algumas características básicas de cada uma das camadas do pavimento com seus aspectos construtivos e algumas especificações para o controle de execução:

a) Subleito

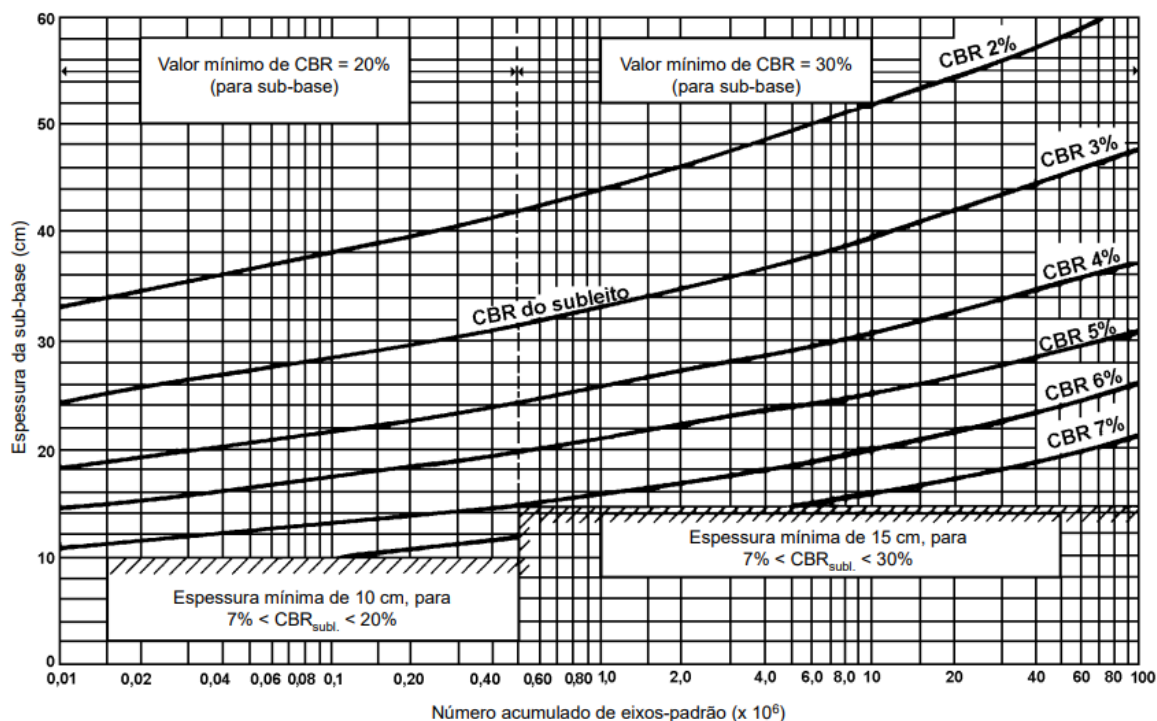
- Deve estar regularizado e compactado antes da colocação das camadas superiores;
- A espessura do pavimento a ser construído sobre o subleito será calculado de acordo com o ISC;
- O ISC do subleito será definido através da média dos NSPTs para os primeiros metros usando a correlação entre ISC e Nspt (equação 4) fornecida por Livneh; Ishai,1988:

$$\log ISC = -5,13 + 6,55 \cdot \left[\log \left(\frac{300}{N_{spt}} \right) \right]^{-0,26} \quad (4)$$

b) Sub-base

- Quando $N < 5 \times 10^5$, o material de sub-base deve apresentar um valor de $ISC \geq 20\%$; se o subleito natural apresentar $CBR \geq 20\%$ fica dispensada a utilização da camada de sub-base;
- Quando o $N \geq 5 \times 10^5$, o material da sub-base deve apresentar um valor de $ISC \geq 30\%$; se o subleito apresentar $ISC \geq 30\%$, fica dispensado a utilização de camada de sub-base;
- Para definir a espessura da sub-base deve-se conhecer o número N e relacioná-lo no seguinte gráfico (Figura 10).

Figura 10 – Espessura da sub-base.

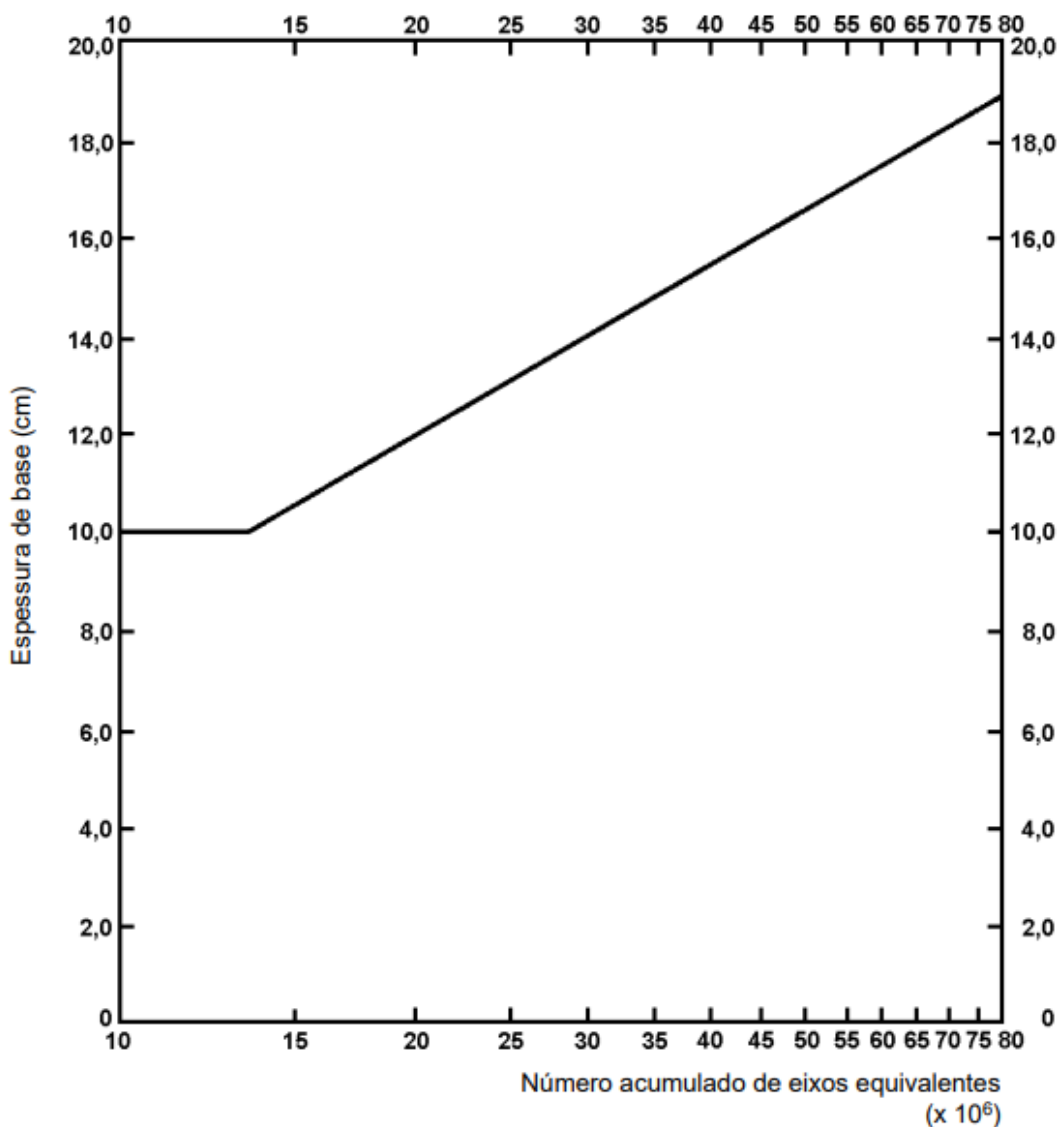


Fonte: ABCP, 1998.

c) Base

- Para tráfego com $N < 1,5 \times 10^6$, a camada de base não é necessária;
- Para tráfego com $1,5 \times 10^6 \leq N \leq 1,0 \times 10^7$, a espessura mínima da camada de base cimentada será de 10 cm;
- Para tráfego $N \geq 10^7$, a espessura de base cimentada será determinada através da Figura 11.

Figura 11 – Espessura da base cimentada em função do número N.



Fonte: ABCP, 1998.

d) Camada de assentamento (Figura 12)

- Segundo o ET-27 (ABCP, 1998), a camada de assentamento será sempre composta de areia, contendo no máximo 5% de silte e argila (em massa) e, no máximo, 10% de material retido na peneira 4,8 mm. É recomendado o enquadramento da areia na faixa granulométrica mostrada no Quadro 5:

Quadro 5 – Faixa granulométrica recomendada para a camada de assentamento (areia) das peças

Abertura de peneira (mm)	Porcentagem que passa, em massa (%)		
9,50	100		
4,80	95	a	100
1,20	50	a	85
0,60	25	a	60
0,30	10	a	30
0,15	5	a	15
0,075	0	a	10

Fonte: ABCP, 1998.

- Ainda, as operações da camada de areia só devem ser iniciadas quando a base do pavimento já estiver completamente executada e acabada. A espessura da areia fofa deverá ser tal que, após o adensamento, a altura do colchão compactado esteja entre 3 cm e 5 cm.

Figura 12 – Camada de Assentamento.



Fonte: ABCP, 1998.

e) Camada de rolamento

- A camada de rolamento é formada pelas peças pré-moldadas de concreto e a sua execução compreende três etapas: colocação, acabamento junto às bordas de meios-fios ou qualquer interrupção no pavimento e vibração sobre as peças na área já executada.
- A distância entre as peças é da ordem de 2 mm a 3 mm, não devendo ser superior a 5 mm.
- Para o acabamento junto ao meio fio ou interrupções no pavimento deverá ser utilizado peças serradas ou cortadas (Figuras 13 e 14).
- Após o assentamento, inicia-se o adensamento com vibrador especial.

Figura 13 – Acabamento junto à contenção lateral.



Fonte: ABCP, 1998.

Figura 14 – Acabamento junto a interrupções no pavimento.



Fonte: ABCP, 1998.

Segundo a IP-06/2004 (Prefeitura Municipal de São Paulo, 2004) sobre a drenagem, o dimensionamento parte do pressuposto que haverá sempre uma drenagem superficial adequada e que o lençol d'água subterrâneo deverá estar localizado a pelo menos 1,50 m em relação ao greide de terraplenagem.

3.5 ORÇAMENTAÇÃO

O orçamento de uma obra pode ser definido como a previsão do valor da mesma e tem como objetivos permitir que a organização responsável pela execução promova o investimento próprio, se habilite para um processo licitatório, analise a competitividade do seu projeto (Jungles; Ávila, 2006).

O orçamento prevê os custos envolvidos no empreendimento, é efetuado a partir do levantamento de materiais e serviços através de projetos detalhados bem como da pesquisa de preços médios. Geralmente são considerados também os custos indiretos da obra que, segundo Tisaka (2006), são todos os custos que não estão diretamente associados aos serviços de campo, mas são necessários à execução dos mesmos. Um exemplo de custo indireto é a administração da obra. Como o presente estudo se trata de propor um modelo de pavimentação, apenas os custos diretos serão considerados, já que a execução da obra não será realizada.

É de suma importância ressaltar que o orçamento final não traduz com exatidão os custos reais praticados no empreendimento. Isso ocorre devido à impossibilidade de calcular o custo total somente a partir de serviços constantes no projeto, visto que apenas as quantidades mínimas de serviços e materiais necessárias para a execução do mesmo são elencadas. Também deve-se considerar a flutuação dos preços dos insumos, a necessidade de retrabalho, inflação, fatores como condições de solo e eventos climáticos (Bracht, 2016).

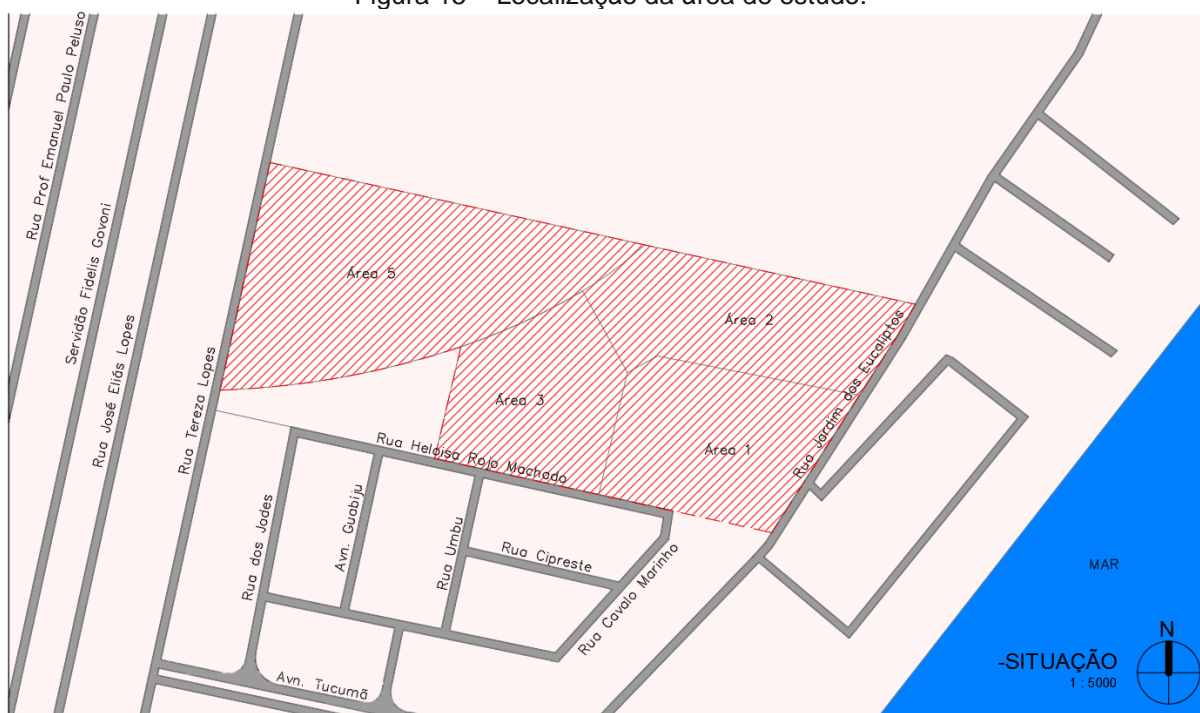
As composições e preços médios são obtidos em sistemas de referência de preços ou em publicações técnicas como TCPO (Tabela de Composição de Preços e Orçamentos) e SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil).

4 METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Para o levantamento dos dados sobre a área de estudo como localização, área total, metragem de vias pavimentadas e outros, utilizaram-se os projetos urbanísticos do loteamento (Silva, 2023). O recorte espacial do presente estudo refere-se a um condomínio horizontal localizado no bairro Campeche, ao sul da ilha de Florianópolis (Figura 15). As vias principais que dão acesso ao condomínio são as Ruas Jardim dos Eucaliptos, Heloisa Rojo Machado e Tereza Lopes. O condomínio possui uma área total de 95.030,94 m² e 7.139,28 m² de ruas internas pavimentadas.

Figura 15 – Localização da área de estudo.



Fonte: Adaptado de Silva, 2023.

As vias do condomínio foram divididas em vias subcoletoras e vias locais (Figura 16 e Quadro 6). As vias subcoletoras são as vias principais do condomínio que fornecem acesso interno para as vias locais e, portanto, recebem maior fluxo de veículos. Assim, para estas vias foi utilizado um número N maior e foi dimensionado o pavimento asfáltico. Já as vias locais, são vias internas do condomínio que recebem

menor fluxo de veículos e conseqüentemente foi utilizado um número N menor. Por isso, para essas foi dimensionado o pavimento intertravado.

Figura 16 – Detalhamento das vias internas da área de estudo.



Fonte: Adaptado de Silva, 2023.

Quadro 6 – Detalhamento das vias da área de estudo

VIAS INTERNAS	TIPO	TIPO DO PAVIMENTO	COMPRIMENTO (m)
A	Local	Pavimento Intertravado	264,94
B	Local	Pavimento Intertravado	159,86
C	Local	Pavimento Intertravado	148,76
D	Local	Pavimento Intertravado	86,13
E	Local	Pavimento Intertravado	197,89
F	Local	Pavimento Intertravado	220,82
Via projetada 1	Subcoletora	Pavimento Asfáltico	155,50
Via projetada 2	Subcoletora	Pavimento Asfáltico	194,66
Via projetada 3	Subcoletora	Pavimento Asfáltico	536,12

Fonte: O autor, 2023.

4.2 DIMENSIONAMENTO

4.2.1 DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DO DNER E ANÁLISE PELO SOFTWARE MEDINA DO PAVIMENTO FLEXÍVEL – VIAS SUBCOLETORAS

Para o dimensionamento das vias subcoletoras foi utilizado primeiramente o método do DNER, sendo que os cálculos foram realizados no *software* Excel, do pacote *Microsoft Office* 2016. Posteriormente, de posse desses resultados, seguiu-se para a análise complementar do dimensionamento através do *software* MeDiNa, afim de obter os dados de área trincada e afundamento de trilha de roda sobre o pavimento simulado e maior confiabilidade na estrutura. A estrutura definida para o pavimento é composta por:

- a) Reforço de Subleito
- b) Sub-base;
- c) Base;
- d) Revestimento.

4.2.2 DIMENSIONAMENTO PAVIMENTO INTERTRAVADO – VIAS LOCAIS

Para o dimensionamento do pavimento intertravado foram utilizadas as premissas da Instrução de Projeto - 06/2004 – Dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto da Prefeitura Municipal de São Paulo e o Estudo Técnico - 27, 1998 – Estudo Técnico da Associação Brasileira de Cimento Portland.

Entre os dois procedimentos propostos pela IP - 06 já descritos anteriormente, foi utilizado o procedimento A devido ao número N específico desta via.

Segundo o ET - 27 da ABCP a estrutura final do pavimento será composta dos seguintes elementos:

- a) Sub-base;
- b) Camada de assentamento;
- c) Camada de rolamento.

4.3 ORÇAMENTO

Para levantamento dos custos da obra de pavimentação foi utilizado o SINAPI. Posterior ao dimensionamento das camadas dos pavimentos e de posse dos resultados, realizaram-se os cálculos dos custos da obra para ambos os tipos de pavimentação estudados, através de consulta às tabelas de valores dos materiais e serviços do SINAPI. Foi utilizado como referência as composições de insumos de setembro de 2023 – não desonerado para Santa Catarina. A análise do orçamento se deu apenas dos custos diretos, sendo que a faixa de acostamento foi desconsiderada. Foi definido que a largura das vias subcoletoras e locais seriam de 5 metros, sendo orçado o valor total das obras. Os cálculos se deram no *software Excel*, do pacote *Microsoft Office 2016*.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO N

O número N foi determinado através do Quadro 4 apresentado na página 46, já que não há estudos indicando o tráfego esperado para a área do condomínio. Por se tratar de um condomínio residencial com vias subcoletoras e vias locais foram considerados dois N diferentes, para um período de 10 anos de vida útil do pavimento. Para as vias subcoletoras foi considerado um N de 2×10^6 , com um tráfego médio diário de 1501 a 5000 veículos leves e 101 a 300 veículos pesados (caminhões/ônibus), e para as vias locais $N = 1 \times 10^5$, com tráfego médio diário de 100 a 400 veículos leves e 4 a 20 veículos pesados (caminhões/ônibus).

5.2 DETERMINAÇÃO DO ISC DO SUBLEITO

Os dados do terreno de fundação foram consultados nos boletins de sondagem (Anexo A) e indicam um subleito composto por solo arenoso de granulometria média/fina desde a superfície até o limite de 19 metros de profundidade atingido pelas sondagens (SPL, 2012).

Para determinar o ISC do subleito foi realizado o cálculo de correlação proposto por Livneh e Ishai (equação 4).

$$\log ISC = -5,13 + 6,55 \cdot \left[\log \left(\frac{300}{N_{spt}} \right) \right]^{-0,26} \quad (4)$$

O NSPT foi definido através da média dos NSPTs para os três primeiros metros (Quadro 7).

Quadro 7 – Média dos NSPTs para os três primeiros metros.

	SP 01	SP 02	SP 03	SP 04	SP 05	SP 06	SP 07
Profundidade (m)	Nspt	Nspt	Nspt	Nspt	Nspt	Nspt	Nspt
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	4	4	4	4	4	4	4
NSPT médio	2						

Fonte: O autor, 2023.

Como o NSPT médio foi de 2, aplicando-o na fórmula supracitada, o ISC resultante do subleito foi de aproximadamente 2%.

5.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL MÉTODO DO DNER – VIAS SUBCOLETORAS

5.3.1 SUB-BASE

No presente trabalho o material escolhido para a sub-base foi brita graduada, pois segue as recomendações do método utilizado, com um ISC de pelo menos 20% e expansão menor que 2%. A norma 139/2010 do DNIT apresenta as especificações de serviço para a camada de sub-base da pavimentação, a qual foi seguida neste trabalho.

5.3.2 REFORÇO DO SUBLEITO

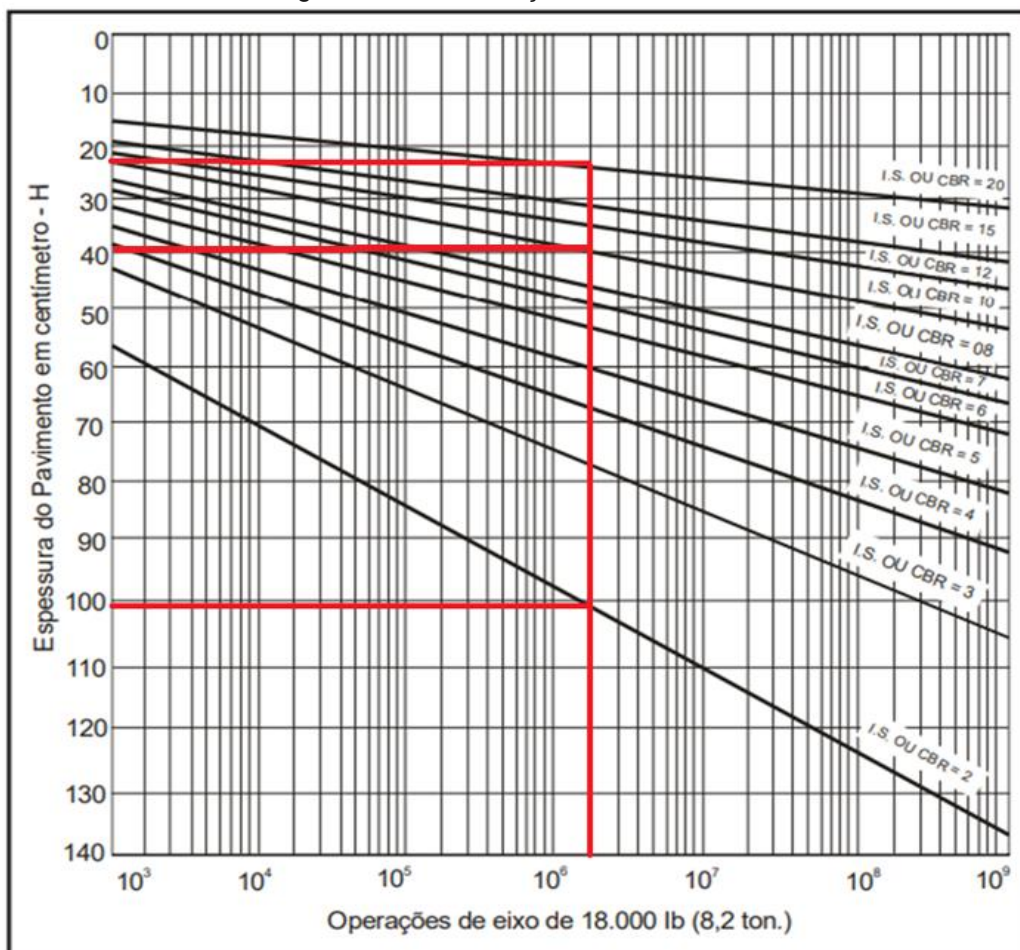
Devido ao ISC do subleito ser de 2%, propõe-se a execução de um reforço do subleito para melhorar a capacidade de suporte da fundação. Para isso, foi considerado material granular com ISC de 10%, devendo atender a especificação de serviço DNIT 138/2010.

5.3.3 BASE

Para a base foi definido um material granular com $ISC \geq 80\%$. Embora a norma permita a utilização de um $ISC \geq 60\%$, optou-se por um material com ISC mais elevado para fornecer maior resistência à estrutura total do pavimento já que o subleito possui um ISC baixo. Para esta camada seguiu-se as orientações da norma DNIT 141/2022 que especifica o serviço.

5.3.4 DIMENSIONAMENTO

Após determinar as características específicas do material de cada camada, procede-se ao dimensionamento do pavimento. Utilizando um gráfico de leitura direta e considerando $ISC = 2\%$ e $N = 2 \times 10^6$, define-se a espessura total do pavimento em relação ao material padrão, resultando, neste caso, em 102 cm (ver Figura 17). No que diz respeito à camada sobre a sub-base, ao empregar os mesmos valores de N e ISC, ou seja, 2×10^6 e 20%, constata-se uma espessura de 25 cm (ver Figura 17). Para a camada sobre o reforço do subleito, ao manter os valores de N e ISC constantes em 10%, a espessura determinada é de 40 cm (ver Figura 17).

Figura 17 -Determinação do H_2 , H_n e H_{20} 

Fonte: Adaptado DNIT, 2006.

- i. $H_2 = 102$ cm
- ii. $H_{20} = 25$ cm
- iii. $H_n = 40$ cm

De acordo com os materiais já definidos, os valores do coeficiente estrutural (K), segundo a Tabela 1 (página 41) são:

- i. $K_r = 2$
- ii. $K_b = 1$
- iii. $K_{sb} = 1$
- iv. $K_{ref} = 1$

A espessura de 5 cm do revestimento asfáltico foi definida de acordo com o tráfego das vias e a norma 031/2006 do DNIT (Quadro 8). O material utilizado foi a CAP 50/70 que possui viscosidade menor, penetração maior e é aplicado onde o tráfego é moderado.

Quadro 8 – Determinação da espessura mínima da camada do revestimento.

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: Adaptado DNIT, 2006.

Assim, para a espessura da base tem-se:

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B \geq H_{20}$$

$$5 \cdot 2 + B \cdot 1 \geq 25$$

$$B \geq 15 \text{ cm}$$

Para a sub-base tem-se:

$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_{SB} \geq H_n$$

$$5 \cdot 2 + 15 \cdot 1 + h_{20} \cdot 1 \geq 40$$

$$h_{20} \geq 15 \text{ cm}$$

Para o reforço do subleito, tem-se:

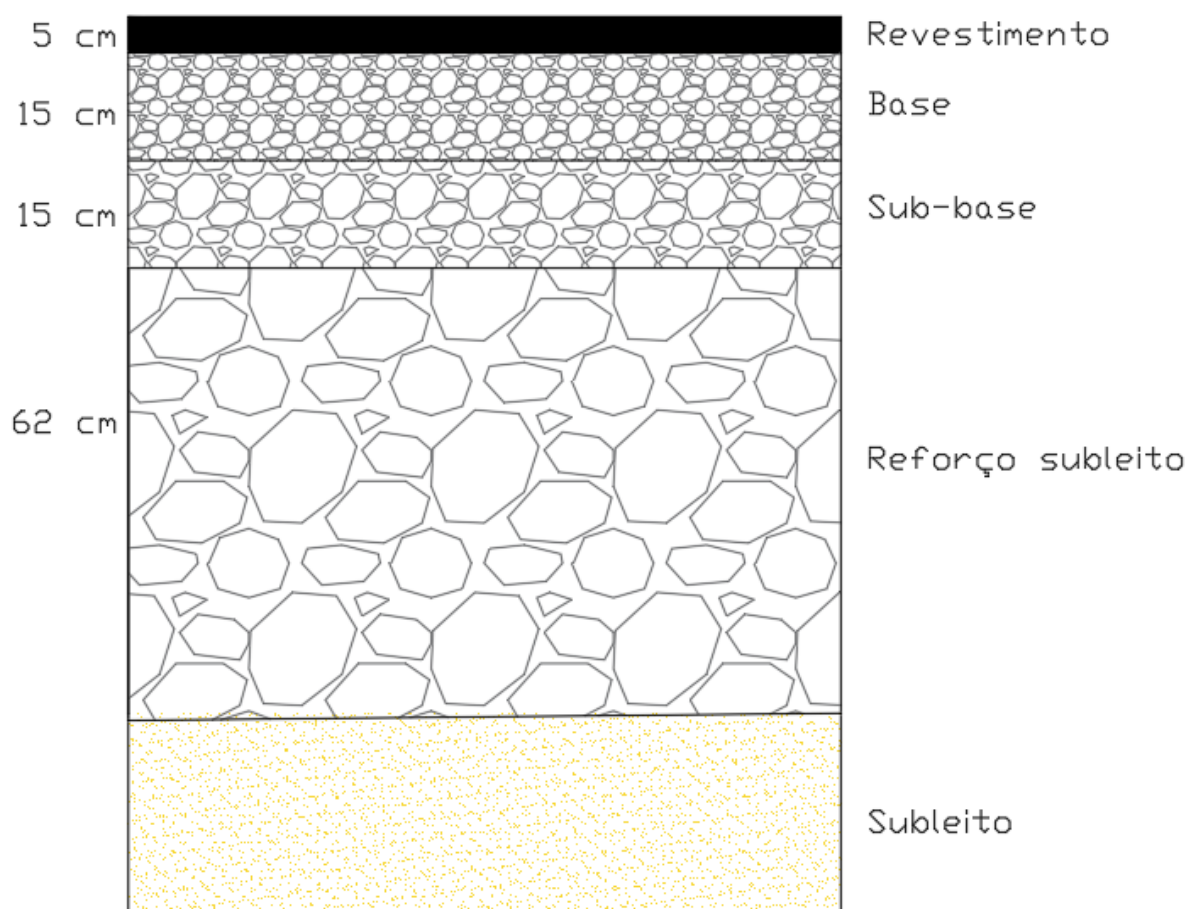
$$R \cdot K_R + B \cdot K_B + h_{20} \cdot K_{SB} + h_n \cdot K_{ref} \geq H_m$$

$$5 \cdot 2 + 15 \cdot 1 + 15 \cdot 1 + h_n \cdot 1 \geq 102$$

$$h_n \geq 62 \text{ cm}$$

De acordo com a norma 138/2010 do DNIT, a espessura mínima e máxima de compactação do material são respectivamente 15 e 20 cm, sendo necessário em alguns casos a execução em camadas que não ultrapassem estas espessuras. Como a espessura resultante do reforço do subleito ficou em 62 cm é necessário a divisão da mesma. Assim, a espessura total de 62 cm deve ser dividida em quatro camadas de compactação de 15, 15, 15 e 17 cm respectivamente.

Figura 18 – Estrutura final do pavimento asfáltico.



Fonte: O autor, 2023.

Tabela 3 - Detalhamento da estrutura do pavimento flexível

VIAS SUBCOLETORAS		
CAMADA	ESPESSURA (cm)	MATERIAL
REVESTIMENTO	5	CAP 50/70
BASE	15	Material Granular – ISC \geq 80%
SUB-BASE	15	Material Granular – ISC \geq 20%
REFORÇO DO SUBLEITO	62	Material Granular – ISC \geq 10%
ESPESSURA TOTAL	97 cm	

Fonte: O autor, 2023

5.4 ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL PELO SOFTWARE MEDINA – VIAS SUBCOLETORAS

O método MeDiNa configura-se como uma atualização do método do DNER, permitindo realizar análises complementares, tais como a área trincada e o afundamento da trilha de roda do pavimento. Sendo que estes, são os principais danos mecânicos encontrados nos pavimentos asfálticos do Brasil. A deformação permanente é caracterizada pela deformação plástica nas camadas do pavimento e a formação das “trilhas de roda”, enquanto que a área trincada tem como fator principal as solicitações recorrentes devido ao tráfego que ocasionam a formação de trincas no revestimento.

Desta forma ao propor um modelo de pavimentação em que ambos os métodos foram utilizados, há uma otimização no processo que fornece maior confiabilidade à estrutura proposta.

Através dos dados obtidos pelo método do DNER para o dimensionamento das vias procedeu-se a análise no *software* MeDiNa.

As correspondências para os nomes dos materiais de cada camada são:

Revestimento – Concreto asfáltico em ambos os métodos;

Base – Material granular em ambos os métodos;

Sub-base – Material granular em ambos os métodos.

Reforço do subleito – Material granular em ambos os métodos.

Como no método do DNER a espessura resultante do reforço do subleito foi de 62 cm e o *software* do método MeDiNa permite espessura máxima de 40 cm para esta camada, a mesma foi dividida em duas, com 40 e 22 cm (Figura 19).

Figura 19 – Dados do pavimento.

CAMADA	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	TIPO	ESPESSURA (cm)	MÓDULO (MPa)	COEFICIENTE DE POISSON
1	CONCRETO ASFÁLTICO	Classe 1	5,0	5764	0,30
2	MATERIAL GRANULAR	Brita Graduada - Gnaisse C1	15,0	259	0,35
>> 3 <<	MATERIAL GRANULAR	Brita Graduada - Gnaisse C1	15,0	259	0,35
4	MATERIAL GRANULAR	Brita Graduada - Gnaisse C1	40	259	0,35
5	MATERIAL GRANULAR	Brita Graduada - Gnaisse C1	22	259	0,35
SL	SUBLEITO	Solo Siltoso NS'	0,0	189	0,45

Fonte: O autor, 2023.

Na sequência foram inseridos os dados de tráfego, onde o $N = 2 \times 10^6$ e o tipo de via escolhido foi o sistema coletor secundário, resultando nos dados a seguir (Figura 20).

Figura 20 – Detalhe dos dados do tráfego.

+ EIXO PADRÃO RODOVIÁRIO	
- DADOS DO TRÁFEGO	
Tipo de Via:	Sistema Coletor Secundário
VMD (1º ano):	548
FV:	1,000
N anual (1º ano):	2,00e+05
% Veículos na faixa de projeto:	100
N Anual da faixa:	2,00e+05
Taxa de crescimento (%):	0,0
Período de projeto (anos):	10
N Total:	2,00e+06
<p>Tipo de Via: O Tipo de Via define o nível de confiabilidade e os critérios de dimensionamento relativos à fadiga e ao Afundamento de Trilha de Roda</p>	

Fonte: O autor, 2023.

O dimensionamento do pavimento para um nível de confiabilidade de 75% e para um período de 10 anos, indicou uma área trincada estimada ao fim do período de 15,2% (máximo permitido 30%) e um afundamento de trilha de roda de 7,8 mm (máximo permitido 20 mm) (Figuras 21, 22 e 23). Assim, os resultados encontram-se dentro dos limites aceitáveis de acordo com o Quadro 3 (página 45), indicando que o dimensionamento realizado através do método do DNER foi eficaz neste caso.

Figura 21 – Resultados da análise.

```

--- ANÁLISE DO PAVIMENTO NOVO ---
Seção do pavimento analisada considerando os dados inseridos pelo Engenheiro Projetista no programa
MeDiNa.

Nível de confiabilidade da análise: 75%
Área Trincada Estimada do pavimento no fim do período: 15,2%
Afundamento de Trilha de Roda: 7,8mm
  
```

Fonte: O autor, 2023.

Figura 22 – Detalhamento da evolução dos danos no pavimento por mês.

Mês	N Equiv	Área Trincada	ATR (mm)
1	1,667e+04	0,72%	5,4
6	1,000e+05	1,47%	6,2
12	2,000e+05	2,05%	6,5
18	3,000e+05	2,58%	6,7
24	4,000e+05	3,09%	6,9
30	5,000e+05	3,60%	7,0
36	6,000e+05	4,14%	7,1
42	7,000e+05	4,69%	7,2
48	8,000e+05	5,28%	7,2
54	9,000e+05	5,89%	7,3
60	1,000e+06	6,54%	7,4
66	1,100e+06	7,22%	7,4
72	1,200e+06	7,94%	7,5
78	1,300e+06	8,69%	7,5
84	1,400e+06	9,49%	7,6
90	1,500e+06	10,33%	7,6
96	1,600e+06	11,22%	7,6
102	1,700e+06	12,15%	7,7
108	1,800e+06	13,12%	7,7
114	1,900e+06	14,13%	7,7
120	2,000e+06	15,19%	7,8

Fonte: O autor, 2023.

Figura 23 – Detalhamento dos danos por camada.

Cam	Material	Afundamento de Trilha de Roda (mm)
1	CONCRETO ASFÁLTICO	0,00
2	MATERIAL GRANULAR	1,41
3	MATERIAL GRANULAR	1,35
4	MATERIAL GRANULAR	2,91
5	MATERIAL GRANULAR	1,17
6	SUBLEITO	0,92
Afundamento de Trilha de Roda (mm)		7,8

Fonte: O autor, 2023.

Souza (2019) realizou o dimensionamento da pavimentação asfáltica para uma via expressa com trecho de 5,6 km. Se tratava da terceira faixa da BR 282, sub trecho entrada da BR 101 e contou com dois valores de $N = 1,17 \times 10^7$ e $2,28 \times 10^7$, para a parte inicial e segunda parte da via respectivamente. O ISC do subleito foi de 6,87%. Classificada como sistema arterial primário, o nível de confiabilidade é de 95%. As camadas do pavimento foram dimensionadas através do método do DNER e complementarmente analisou dados sobre área trincada e afundamento da trilha de roda através do MeDiNa. A camada de revestimento de CBUQ/SBS 60/80 ficou com 10 cm de espessura e a base de brita graduada com 15 cm para ambos os valores de N, já a sub-base de macadame seco ficou com 18 cm para o valor menor de N e 21 cm para o maior. Não foi calculado reforço de subleito. Para a parte inicial da via, com o menor N, a área trincada resultou em 60,7% e um afundamento de trilha de roda de 4,2 mm, enquanto para a segunda parte da via, com N maior, a área trincada foi de 99% e afundamento de trilha de roda de 4,5 mm. Esses valores apontaram para um sub-dimensionamento da estrutura através do método do DNER, indicando a necessidade de um novo dimensionamento através do *software* MeDiNa.

Para o dimensionamento da estrutura de pavimentação do Campus Morro do Cruzeiro – UFOP, Ouro Preto – MG, onde o terreno de fundação é composto por solo arenoso/siltoso e um ISC de 2%, Gontijo (2021) calculou um N de $1,07 \times 10^6$. O método do DNER resultou em uma base de 15 cm e sub-base de 10 cm, ambas camadas de material granular, com um revestimento em CBUQ de 5 cm. Através do *software* MeDiNa, com um N calculado de $1,03 \times 10^7$ e confiabilidade de 85% para o sistema arterial primário, a base e sub-base resultaram em uma espessura de 20 cm, sendo a base de brita graduada e a sub-base de solo areia/argila. O revestimento de concreto asfáltico resultou em 10 cm, a área trincada ficou em 26,3% e o afundamento de trilha de roda em 6,4 mm. Embora não tenham sido realizados os cálculos de trincamento

e afundamento de trilha de roda com os dados resultantes do DNER, os resultados do MeDiNa apontam para uma estrutura final de pavimentação mais grossa, que confere maior resistência à solicitação de tráfego do local e, portanto, melhor custo-benefício a longo prazo.

Para Santos (2022), no dimensionamento do contorno rodoviário que liga Pato Branco a Vitorino – PR, o trecho de 15,84 km foi considerado sistema arterial secundário, com N de $4,84 \times 10^7$ e ISC de 6,68%. Através do método do DNER o revestimento em CBUQ ficou com 10 cm, a base de brita graduada em 17 cm e a sub-base de macadame seco em 22 cm de espessura. Com um nível de confiabilidade de 75%, o cálculo de área trincada no MeDiNa resultou em 99% e o afundamento da trilha de roda em 4,9 mm, indicando também a necessidade de manutenção da pavimentação já a partir do 18º mês. Isso indica uma estrutura sub-dimensionada para o tráfego elevado da área, necessitando ser corrigida.

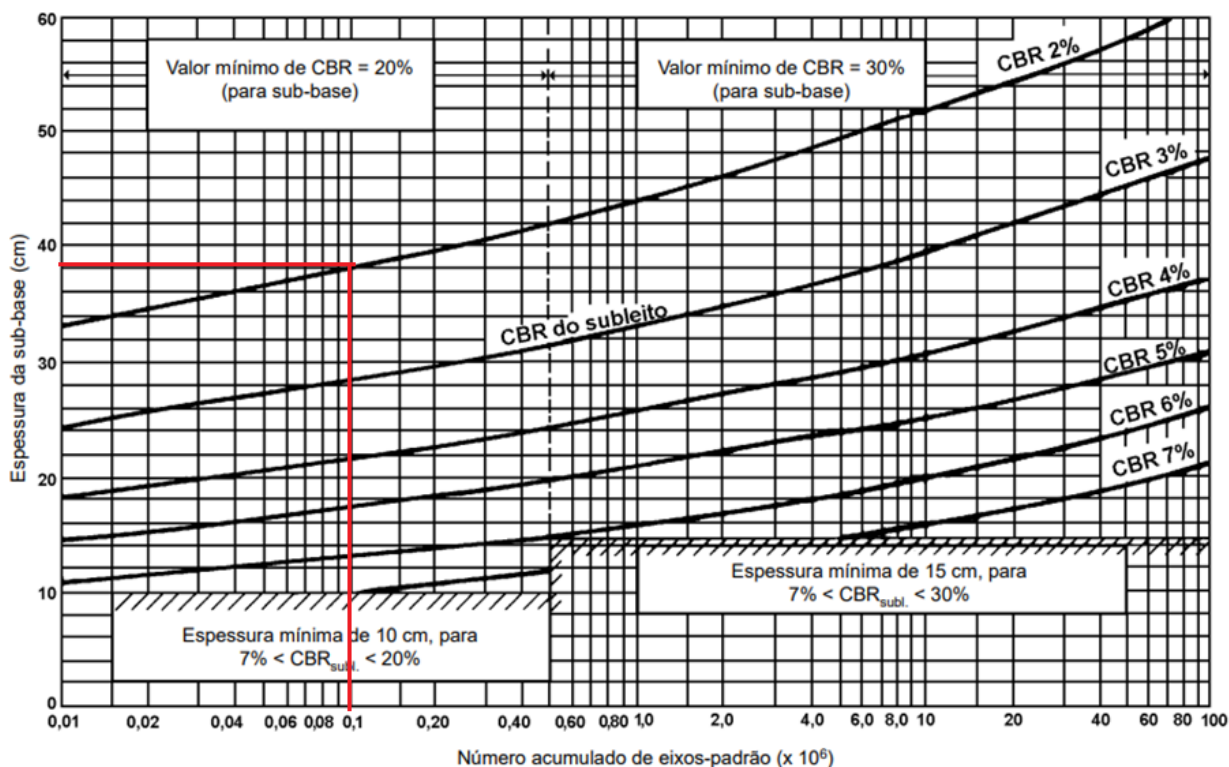
Um trecho de 2,3 km da avenida Severo Dullius, zona urbana de Porto Alegre, foi dimensionado para pavimentação asfáltica e intertravada por Oliveira (2018). O N considerado foi de $2,43 \times 10^7$ e o ISC do subleito de 7%, resultaram em uma estrutura asfáltica com revestimento de 10 cm de CBUQ, base de brita graduada de 20 cm, sub-base de brita rachão de 20 cm e reforço de subleito de brita rachão de 60 cm. Os dados resultantes dos cálculos através do método do DNER indicaram a necessidade de reforço de subleito, pois o terreno de fundação trata-se de um solo com baixíssima capacidade de suporte para o elevado tráfego da via.

5.5 DIMENSIONAMENTO PAVIMENTO INTERTRAVADO – VIAS LOCAIS

5.5.1 SUB-BASE

Para a sub-base quando $N < 5 \times 10^5$ deve-se utilizar um material com $ISC \geq 20\%$. Como o subleito natural apresenta $ISC \leq 20\%$, então a camada da sub-base é necessária. O dimensionamento da sub-base resultou em uma espessura de 38 cm (Figura 24). Para facilitar a drenagem de águas pluviais foram considerados dois tipos de materiais para a sua execução, sendo os primeiros 20 cm de brita nº 2, pois é um material que possui melhor drenagem e nos 18 cm restantes brita graduada simples.

Figura 24 – Determinação da espessura da sub-base.



Fonte: O autor, 2023.

5.5.2 BASE

Segundo o procedimento A da Prefeitura Municipal de São Paulo (2004a), para vias com tráfego de $N \leq 1,5 \times 10^6$ não se faz necessária a camada de base. Portanto, como o N utilizado é 1×10^5 , a base torna-se dispensável.

5.5.3 CAMADA DE ASSENTAMENTO

De acordo a ABCP (1998), a camada de assentamento deve ser sempre composta de areia, contendo no máximo 5% de silte e argila (em massa) e, no máximo, 10% de material retido na peneira 4,8 mm. A espessura da areia fofa deverá ser tal que, após o adensamento, a altura do colchão compactado esteja entre 3 cm e 5 cm, sendo para este estudo considerado 5 cm.

5.5.4 CAMADA DE ROLAMENTO

Devido ao tráfego ser leve, o revestimento é composto por blocos pré-moldados de concreto de 6 cm de espessura e com resistência a compressão simples de 35 MPa (Tabela 4). Os *pavers* seguem as especificações da NBR 9.781 (ABNT, 2013), com formato liso e assentamento no padrão espinha de peixe (Figura 25).

Tabela 4 – Características dos *pavers*.

TRÁFEGO	ESPESSURA	RESISTÊNCIA A
	REVESTIMENTO	COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São Paulo, 2004a.

Figura 25 – Formato e assentamento dos *pavers*.



Fonte: ABCP, 1998.

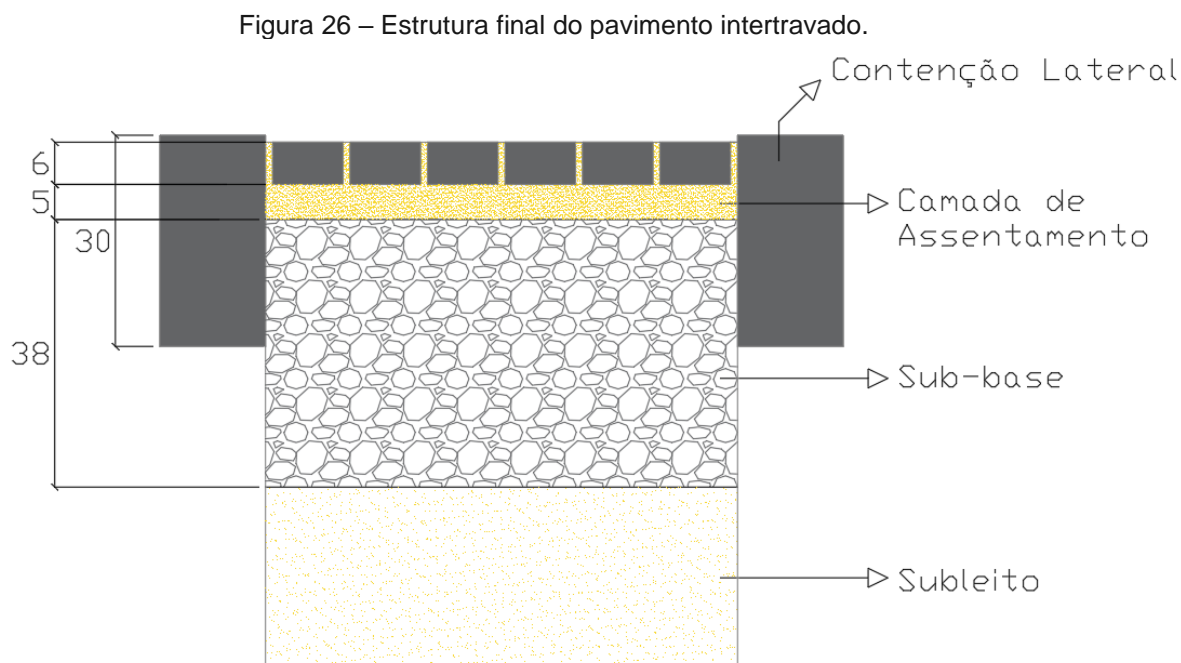
5.5.5 REJUNTAMENTO

Segundo a ABCP (1998), uma camada de areia fina deve ser espalhada sobre a superfície garantindo assim o enchimento dos vazios nas juntas e o intertravamento entre as peças e, somente posterior à execução desse serviço, a estrutura poderá ser liberada para tráfego.

5.5.6 CONTENÇÃO LATERAL

A contenção lateral é formada por blocos de concreto pré-moldado com medidas de 0,80 x 0,3 x 0,15. As peças instaladas de forma manual, concretadas entre elas e fixadas diretamente na camada base do pavimento. Ressalta-se que a contenção não foi estudada nesse trabalho, pois faz parte das calçadas do condomínio.

A Figura 26 apresenta a estrutura do pavimento intertravado dimensionado para as vias locais do condomínio e a tabela 5 apresenta o detalhamento da estrutura proposta.



Fonte: O autor, 2023.

Tabela 5 – Detalhamento da estrutura do pavimento intertravado.

VIAS LOCAIS		
CAMADA	ESPESSURA (cm)	MATERIAL
PAVER	6	Concreto 35 MPa
CAMADA DE ASSENTAMENTO	5	Areia
SUB-BASE	38	Material Granular - ISC \geq 20%
ESPESSURA TOTAL	49 cm	

Fonte: O autor, 2023.

Pereira, Simão e Faria (2020), em um estudo de caso numa rua em Guaratuba – Paraná, onde o solo também é arenoso por se tratar de cidade litorânea, calcularam o dimensionamento para pavimento intertravado a partir de subleito com CBR de 11%. Os autores dimensionaram o pavimento para tráfego leve - procedimento A – e tráfego meio pesado – procedimento B. Para o procedimento A, as espessuras das camadas foram sub-base de 10 cm, base dispensável já que o N é inferior a $1,5 \times 10^6$, camada de assentamento de areia compactada de 6 cm, camada de rolamento com blocos pré-moldados de 6 cm de espessura. Percebe-se que a base foi dispensada e a espessura dos blocos foi de 6 cm, assim como no presente trabalho, o que se dá devido ao tráfego leve considerado em ambos. Já a espessura da sub-base e do colchão de areia diferem, já que o CBR é diferente.

Para Torres (2017), em um estudo de caso sobre a pavimentação de um estacionamento em São Luiz do Maranhão, o terreno de fundação era composto de material siltoso, tendo comportamento sofrível a mau como subleito. O N considerado pela autora foi de $0,01 \times 10^6$, com CBR do subleito de 5,2%. Assim, a sub-base ficou com uma espessura de 15 cm, constituída de material com valor mínimo de CBR de 20%. A base foi dispensada. O colchão de areia para o assentamento dos blocos foi de 4 cm de espessura e os blocos pré-moldados de concreto de 6 cm. Bem como no caso anterior, a base foi dispensada e a espessura dos blocos foi de 6 cm. Como o CBR do subleito possui baixo suporte, foi necessário uma camada mais espessa na sub-base, se comparado ao trabalho de Pereira, Simão e Faria (2020), mas ainda sendo menor que o presente estudo.

No dimensionamento do pavimento intertravado de um estacionamento da UNIVATES de Lageado – RS, Wiebbelling (2015) adaptou o método de Liley e Walker,

encontrando para o local um CBR do subleito de 11,25 e um N de $1,09 \times 10^5$. O solo do local é argiloso, com comportamento como subleito sofrível a mau. A sub-base de brita graduada ficou com 10 cm de espessura, a base foi dispensada e os blocos pré-moldados foram de 8 cm. Nota-se aqui que a espessura dos blocos escolhidos foi maior em relação ao do presente trabalho, isso se deve ao fato do subleito ter comportamento ruim como terreno de fundação e a solicitação de cargas ser maior, já que o estacionamento recebe veículos comerciais.

Filgueiras (2019) fez uma simulação da pavimentação das vias internas de um condomínio em Senador Canedo – GO, com três tipos diferentes de pavimento. Para o intertravado das vias locais o N considerado foi de $1,0 \times 10^5$ já que o tráfego é leve, subleito composto por solo laterítico de CBR 13%, obtendo então uma espessura de 10 cm para a sub-base, base dispensada, blocos intertravados de 6 cm e o colchão de areia compactada do assentamento de 5 cm. As semelhanças com o presente estudo se dão pelo fato de serem ambos dimensionamentos de vias internas de um condomínio, consideradas de tráfego leve com mesmo número N, enquanto as diferenças referem-se ao tipo de solo do subleito e o CBR correspondente.

Ao realizar o dimensionamento para pavimento intertravado de um pátio de estacionamento na cidade de Tijucas – SC, Baulé (2018) considerou o CBR do subleito de 10% e o tráfego meio pesado e muito pesado com N de 2×10^6 e 5×10^7 , pois a movimentação de veículos é alta. Para tanto, a sub-base precisava ter CBR $\geq 30\%$ e espessura mínima de 15 cm. Neste caso a base precisa ser cimentada e teve 10 cm para tráfego meio pesado e 17 cm para tráfego muito pesado. O colchão de areia de assentamento de 5 cm receberia blocos de 8 e 10 cm respectivamente. A grande diferença entre o trabalho de Baulé e o presente estudo está no N, já que o tráfego para o condomínio no Campeche é leve e do pátio de estacionamento foi considerado meio pesado e muito pesado. Assim, justificam-se a necessidade do uso da base cimentada e da espessura maior dos blocos intertravados, bem como uma sub-base com CBR maior.

5.6 ORÇAMENTO

5.6.1 ORÇAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL – VIAS SUBCOLETORAS

Para orçar o pavimento flexível, utilizaram-se as mesmas unidades de medida constantes no SINAPI (Tabela 06; Anexo B).

Tabela 6 – Quantitativos para o pavimento

	ESPESSURA CAMADA (m)	LARGURA VIA (m)	COMPRIMEN TO VIA (m)	TOTAL	UNIDADE DE MEDIDA
Revestimento asfáltico (CAP 50/70)	0,05	5,00	886,28	221,57	m ³
Base (Brita graduada)	0,15	5,00	886,28	664,71	m ³
Sub-base (Brita graduada)	0,15	5,00	886,28	664,71	m ³
Reforço do subleito (Solo de jazida)	0,62	5,00	886,28	2.747,47	m ³
Regularização do subleito	-	5,00	886,28	4.431,40	m ²

Fonte: O autor, 2023.

Através dos quantitativos consultados, seguiu-se o cálculo do custo da pavimentação flexível (Tabela 7).

Tabela 7 – Custos do pavimento flexível

	CÓDIGO SINAPI	QUANTIDADE	UNIDADE DE MEDIDA	CUSTO / UNIDADE (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
Revestimento asfáltico	95995	221,57	m ³	1.522,16	337.264,99
Base	96396	664,71	m ³	182,77	121.489,05
Sub-base	96396	664,71	m ³	182,77	121.489,05
Reforço do subleito	101768	2.747,47	m ³	41,45	113.882,55
Regularização do subleito	100577	4.431,40	m ²	1,19	5.273,37
CUSTO TOTAL					699.399,00

Fonte: O autor, 2023.

A camada de revestimento asfáltico, com 5 cm, é a mais cara no orçamento do pavimento, sendo esperado devido à sua natureza nobre. A base e a sub-base, ambas com 15 cm e compostas por materiais granulares, têm um custo por metro cúbico inferior ao do revestimento asfáltico. A camada de reforço do subleito se fez necessária, pois o solo do subleito possui ISC muito baixo, indicando pouca capacidade de suporte ao tráfego solicitado. Assim, com vistas a evitar problemas na estrutura final do pavimento, há necessidade de adicionar acima do subleito uma camada com material de ISC superior, que forneça a sustentação e resistência suficientes. Há ainda a regularização do subleito que se comparado ao custo total do pavimento possui um valor pequeno.

5.6.2 ORÇAMENTO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO – VIAS LOCAIS

Para orçar o pavimento intertravado, utilizaram-se as mesmas unidades de medida constantes no SINAPI (Tabela 8; Anexo B).

Tabela 8 – Quantitativos para o pavimento intertravado

	ESPESSURA DA CAMADA (m)	LARGURA DAS VIAS (m)	COMPRIMENTO DAS VIAS (m)	TOTAL	UNIDADE
Camada de rolamento	-	5,00	1.078,4	5.392,00	m ²
Sub-base	0,15	5,00	1.078,4	808,80	m ³
Regularização do subleito	-	5,00	1.078,4	5.392,00	m ²

Fonte: O autor, 2023.

Através dos quantitativos consultados, seguiu-se o cálculo do custo da pavimentação com blocos intertravados (Tabela 9).

Tabela 9 – Custos do pavimento intertravado

	CÓDIGO SINAPI	QUANTIDA DE	UNIDADE	CUSTO / UNIDADE (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
Camada de rolamento (Pavers + Areia)	92397	5.392,00	m ³	62,96	339.480,32
Sub-base (Brita graduada)	96396	808,80	m ³	182,77	147.824,38
Regularização do subleito	100577	5.392,00	m ²	1,19	6.416,48
CUSTO TOTAL					493.721,18

Fonte: O autor, 2023.

A estrutura final do pavimento intertravado conta com duas camadas a menos que o pavimento asfáltico, fazendo com que o custo total final da pavimentação fique bem menor.

O tráfego das vias que recebem a pavimentação intertravada é considerado leve a moderado, portanto, menor que o das vias asfaltadas. Com um N menor, o método de dimensionamento utilizado dispensa a camada de base e não solicita o reforço de subleito, deixando essa pavimentação mais barata.

5.6.3 ANÁLISE DOS CUSTOS ENTRE OS DOIS PAVIMENTOS

Tabela 10 – Custos do pavimento asfáltico e intertravado

TIPO DO PAVIMENTO	COMPRIMENTO TOTAL (m)	CUSTO TOTAL (R\$)	CUSTO/METRO (R\$/m)
Pavimento asfáltico	886,28	699.399,00	789,14
Pavimento intertravado	1.078,4	493.721,18	457,83

Fonte: O autor, 2023.

Comparando os custos finais dos dois tipos de pavimentação projetados, visualiza-se uma grande diferença nos valores, sendo que a pavimentação asfáltica se torna muito mais onerosa com custo total de R\$ 699.399,00, mesmo sendo menor em área – 886,28 m de comprimento. A pavimentação intertravada resultou em um custo total de R\$ 493.721,18 para os 1.078,40 metros de vias locais.

Mesmo sendo maior em área, a pavimentação intertravada se tornou mais barata em função do tráfego solicitado ser menor, resultando em uma estrutura com menos camadas necessárias para pavimentar as vias locais internas do condomínio.

Já as vias subcoletoras com pavimentação asfáltica, possuem maior tráfego, portanto, um N maior, solicitando uma camada de reforço acima do subleito, com material de ISC maior que o terreno de fundação. A camada base não é dispensada nesta situação e, compõe junto às demais, a estrutura final mais espessa e resistente necessária a esse tipo de via.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do presente trabalho e as recomendações para futuros trabalhos.

6.1 CONCLUSÕES

A escolha correta dos métodos de dimensionamento de um pavimento é de suma importância em projetos de pavimentação, pois irão direcionar os esforços de trabalho e financeiros na construção das vias.

No presente trabalho, onde a área de estudo foi um condomínio horizontal no bairro Campeche, ao sul da ilha de Florianópolis, buscou-se dimensionar as vias subcoletoras e locais do mesmo, adotando diferentes métodos para tal. Para as vias subcoletoras, que possuem uma solicitação de tráfego maior, o tipo de pavimento dimensionado foi o asfáltico e o método adotado foi do DNER (1981) e posteriormente, analisado a estrutura pelo método MeDiNa. Para as vias locais internas, com um tráfego mais leve, o pavimento dimensionado foi o intertravado, através do método preconizado pela ABCP e indicado pela Prefeitura Municipal de São Paulo.

O dimensionamento do pavimento asfáltico das vias subcoletoras através do método DNER indicou a necessidade da camada de reforço do subleito. Isso se deu principalmente em função do ISC do subleito ser de apenas 2% e o tráfego destas vias ser mais elevado ($N = 2 \times 10^6$). Assim, se faz necessária uma estrutura mais resistente e que suporte o tráfego da via. Complementarmente aos cálculos feitos pelo método do DNER para a espessura das camadas que compoariam a estrutura do pavimento asfáltico, foram realizadas análises no *software* MeDiNa. Os dados resultantes do dimensionamento foram adicionados ao programa, que com um nível de confiabilidade de 75%, apontou uma área trincada de 15,2 % e afundamento de trilha de roda de apenas 7,8 mm, para o período de 10 anos. Como os valores máximos aceitáveis para área trincada é de 30% e de afundamento de trilha de roda é de 20 mm, considera-se que o dimensionamento realizado pelo método do DNER foi satisfatório, porém pode-se notar que a estrutura poderia ser otimizada¹. Vale ressaltar que a única camada que poderia ser otimizada seria o reforço do subleito já que o revestimento asfáltico, base e sub-base estão com espessuras mínimas.

Embora o método do DNER possa parecer obsoleto, pois não inclui determinados fatores e variáveis, ainda pode ser utilizado com segurança, desde que sejam consideradas as especificidades de cada local a ser pavimentado. Tendo o método MeDiNa surgido como uma atualização do método do DNER, seu arcabouço de ferramentas e análises amplo permite um dimensionamento com maior confiabilidade, pois simula com mais fidelidade os acontecimentos reais. Ainda assim, necessita de determinados dados de entrada que não estão disponíveis facilmente ao público, como dados de solo. Nesse sentido, usar o método do DNER se torna mais acessível e facilita a obtenção dos resultados que, posteriormente, podem ser utilizados como dados de entrada no MeDiNa, para análises complementares sobre o pavimento, de como a estrutura se comporta, por exemplo.

O uso dos blocos pré-moldados de concreto Portland – *pavers* – na pavimentação é algo mais recente na história do que o revestimento asfáltico. Isso resultou em menos estudos aplicados e, portanto, menor conhecimento acerca do mesmo, embora venha ganhando força devido aos inúmeros benefícios relacionados a ele. O método utilizado para dimensionar o pavimento intertravado das vias locais internas foi o da ABCP, indicado pela Prefeitura Municipal de São Paulo. O tráfego destas vias foi considerado leve ($N = 1 \times 10^5$), o que, pelo método citado, dispensa a necessidade de camada base, bem como não solicita reforço de subleito, resultando em uma estrutura final do pavimento com menor espessura se comparado ao asfáltico.

Essa diferença na estrutura final dos pavimentos, onde o asfáltico conta com duas camadas a mais e tem tráfego maior, ocasiona também uma diferença significativa nos custos da obra. Enquanto o custo total do pavimento intertravado ficou em R\$ 493.721,18, mesmo sendo mais extenso, o custo do pavimento asfáltico superou esse valor, ficando em R\$ 699.399,00, mesmo com menor área. Assim, temos um custo/metro de R\$ 789,14 para o pavimento asfáltico e de R\$ 457,83 para o pavimento intertravado.

6.2 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Conforme comentado anteriormente, pode-se sugerir algumas sugestões para futuros trabalhos, tais como:

- Dimensionamento das vias locais através do método do DNER;
- Dimensionar o pavimento através do método MeDiNa;
- Dimensionar o pavimento retirando os três primeiros metros do subleito para aumentar o CBR;
- Comparação dos custos entre o pavimento intertravado e o método do DNER para as vias locais;
- Projetar a drenagem para o pavimento.

7 REFERÊNCIAS

ARY JÚNIOR, I. J. Pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego nos centros comerciais de travessas urbanas – estudo de caso Guaiúba – CE. **Dissertação** – Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará (UFC) – Fortaleza, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP) a. **Construção de pavimentos de blocos de concreto**. São Paulo: BT – 135, 1999.

_____. b. **Pavimentação com peças pré-moldadas de concreto**. 4ed. São Paulo, 1999.

_____. **Manual de pavimento intertravado: passeio público**. São Paulo, 36 p., 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT) **NBR 15.953**. Pavimento intertravado com peças de concreto – execução. Rio de Janeiro, 13 p., 2011.

_____. **NBR 9.781**. Peças de concreto para pavimentação: especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 26 p., 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PAVIMENTAÇÃO (ABPv). **Manual de pavimentação urbana**. Rio de Janeiro, 198 p., 1995.

AUGUSTO JÚNIOR, F. **Manual de pavimentação urbana**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. (IPT), 1992.

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BAULÉ, S. Avaliação do uso de blocos de concreto para emprego em pavimentação intertravada: análise de fabricação e execução. **Trabalho de Conclusão de Curso** – Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 114 p., 2018.

BERNUCCI L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras: ABEDA, 504 p., 2006.

BRACHT, P. A. Análise técnica e econômica de pavimentação urbana – estudo de caso. **Trabalho de Conclusão de Curso** - Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 108 p., 2016.

BRANCO, F.; PEREIRA, P.; SANTOS, L. P. **Pavimentos Rodoviários**. s.l.: Edições Almedina, 2016.

CASTRO, B. A. C. **Construção de estradas e vias urbanas**. Notas de aula. Departamento de Engenharia e Transporte e Geotécnica da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2010.

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

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Por que os pavimentos do Brasil não duram?** Brasília, 2017. Disponível em: <<https://cnt.org.br/agenciacnt/cnt-divulga-estudo-por-que-pavimento-rodovias-brasil-nao-duram-resultados>>. Acesso em: 27 nov. 2022.

CRUZ, L. M. Pavimento intertravado de concreto: estudo dos elementos e métodos de dimensionamento. **Dissertação** – Mestrado em Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 281 p., 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de pavimentação**. 3 ed. Rio de Janeiro: Ministério dos Transportes – DNER. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 274 p., 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **NORMA DNIT 031/2006 - ES**. Rio de Janeiro: Ministério dos Transportes – DNIT. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 14 p., 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **NORMA DNIT 139/2010 - ES**. Rio de Janeiro: Ministério dos Transportes – DNIT. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 8 p., 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **NORMA DNIT 138/2010 - ES**. Rio de Janeiro: Ministério dos Transportes – DNIT. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 7 p., 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **NORMA DNIT 141/2022 - ES**. Brasília: Ministério dos Transportes – DNIT. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 12 p., 2022.

FERNANDES, I. **Blocos e Pavers**. Produção e Controle de Qualidade. São Paulo, 2013.

FERREIRA, A. S.; NASCIMENTO, D. R. O custo da infraestrutura urbana: um delineamento para o desenvolvimento de pequenos municípios. **Engineering Sciences**. v.8, n.1, p. 67 – 79, 2020.

FILGUEIRAS, G. C. Comparação entre os projetos de pavimento asfáltico e pavimento intertravado para fins de execução do sistema viário de um condomínio horizontal em Senador Canedo. **Trabalho de Conclusão de Curso** - Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Goiânia, 98 p., 2019.

FIORITI, C. F. Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pneus como material alternativo. **Tese** – Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos – São Paulo, 202 p., 2007.

FIORITI, C. F.; INO, A.; AKASAKI, J. L. Avaliação de blocos de concreto para pavimentação intertravada com adição de resíduos de borracha provenientes da recauchutagem de pneus. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 43 – 54, 2007.

FONTES, L. P. T. L. Otimização do desempenho de misturas betuminosas com betume modificado com borracha para reabilitação de pavimentos. **Tese – Doutorado em Engenharia Civil**, Vias de Comunicação, Universidade do Minho, Lisboa – Portugal, 581 p., 2009.

FRANCO, F. A. C. P. Método de dimensionamento mecanístico-empírico de pavimentos asfálticos – SISPAV. **Tese – Doutorado COPPE/UFRJ**, Rio de Janeiro, 2007.

FRANCO, F. A. C. P.; MOTTA, L. M. G. **Execução de estudos e pesquisa para elaboração de método mecanístico emírico de dimensionamento de pavimentos asfálticos**: manual para utilização do método mecanístico-empírico MeDiNa. 78 p., 2020.

GODINHO, D. P. Pavimento intertravado: uma reflexão sob a ótica da durabilidade e sustentabilidade. **Dissertação - Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável – Escola de Arquitetura, UFMG**, Belo Horizonte, 2009.

GONTIJO, G. M. Estudo do tráfego e da viabilidade de dimensionamento de um pavimento ideal para o campus Morro do Cruzeiro/UFOP – Ouro Preto/MG. **Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil**, Universidade Federal de Ouro Preto, MG, 54 p., 2021.

HALLACK, A. Dimensionamento de pavimentos com revestimento de peças pré-moldadas de concreto para áreas portuárias e industriais. **Tese – Doutorado em Engenharia de Transportes**, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (USP), 116 p., 1999.

_____. Pavimento intertravado: uma solução universal. **Revista Prisma**. São Paulo, v. 1, p., 25 – 27, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO – IBP. Comissão de Asfalto. **Princípios do projeto e análise de misturas asfálticas**. Rio de Janeiro, 1999.

INTERLOCKING CONCRETE PAVEMENT INSTITUTE (ICPI). **Structural design of interlocking concrete pavement for roads and parking lots**. 2011. Disponível em: < <https://www.icpi.or/tech-specs-pdf/600/972>>. Acesso em: 23 nov. 2022.

JUNGLES, A. E.; ÁVILA, V. **Gerenciamento na Construção Civil**. Chapecó – UNICHAPECÓ: Argos, 270 p., 2006.

KNAPTON, J. Romans and their roads. The original small element pavement technologists. In: Fifth International Concrete Blocks Paving Conference, 5, Tel-Aviv, Israel, 1996, p. 17-52. **Anais...**

Livneh, M. e Ishai, I. (1987). The relationship between SPT and in situ CBR values for subgrades and pavements in Arid Zones, proc. 8th Asian Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Kyoto.

Livneh, M. e Ishai, I. (1988). The relationship between in situ CBR test and various penetration tests, Proc. 1st Int. Symp. On Penetration Testing, ISOPT-1, Orlando

MARCHIONI, M. L. Desenvolvimento de técnicas para caracterização de concreto seco utilizado na fabricação de peças de concreto para pavimentação intertravada. **Tese** – Doutorado em Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, 112 p., 2012.

MARCHIONI, M.; SILVA, C. O. **Pavimento intertravado permeável: melhores práticas**. São Paulo: ABCP, 2011.

MARCUZ, L. M. Pavimento intertravado: estudo de caso em um condomínio horizontal na cidade de Santa Maria. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria – RS, 68 p., 2021.

MARQUES, G. L. O. **Pavimentação**. Notas de aula da disciplina. Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia – Departamento de Transportes e Geotecnia, UFJF - Juiz de Fora, MG, 210 p., 2006.

MEDINA, J. **Mecânica dos pavimentos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Coppe: UFRJ, 380 p. 1997.

MELO, A. L. **Apostilas de pavimentação e notas de aula**. Universidade Federal de Pernambuco. UFPE, 2010.

MORAES, G. H. O. Análise de alternativa de dimensionamento asfáltico para rodovia de alto volume de tráfego. **Trabalho de Conclusão de Curso** – Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Minas Gerais, 2017.

NAKAMURA, J. **Pavimentação asfáltica**. Revista Infraestrutura Urbana: PINI, 16 ed. São Paulo, 2011.

OLIVEIRA, C. S. Análise comparativa técnico-econômica entre os pavimentos de concreto asfáltico e blocos intertravados de concreto. **Dissertação** - Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Unisinos, São Leopoldo, 109 p., 2018.

PAGE, G. K. **Interlocking concrete paver production on small pallet concrete blocks machine**. Third International Workshop on Concrete Block Paving, Cartagena de Indias, Colombia, May, 1998.

PEREIRA, G. G. F.; SIMÃO, K. O.; FARIA, M. S. P. **Estudo de caso: uso de paver de concreto para emprego em pavimentação intertravada**: dimensionamento e execução. UNISOCIESC, 39 p., 2020. Acesso em: 10 out 2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/14653/1/TCC%20%20Graziele%20%20E%20Kamila%20FINALIZADO.pdf>.

PEREIRA, D. M., *et al.* **Apostila de sistema de transportes**. Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curitiba – PR, 195 p., 2013. Disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/Sistemas/Arquivos/apostila-sistemas-2013.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2022.

PESSOA JÚNIOR, E. **Manual de obras rodoviárias e pavimentação urbana**: execução e fiscalização. São Paulo, PINI, 2014.

PINTO, S.; PREUSSLER, E. **Pavimentação rodoviária**: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis. 2ed. Rio de Janeiro: Copiarte Copiadora e Artes Gráficas Ltda, 2002.

PITANGUI, L. C. Análise comparativa do método do DNER com o método mecanístico-empírico MeDiNa. **Monografia** (especialização) – Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 93 p., 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO a. Secretaria de Infraestrutura Urbana do Município de São Paulo. **Instrução para dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto – IP – 06/2004**, 17 p., São Paulo, 2004.

_____ b. Secretaria de Infraestrutura Urbana do Município de São Paulo. **Classificação das vias – IP – 02/2004**, 18p., São Paulo, 2004.

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

RODRIGUES, L. F. Comportamento estrutural de placas de concreto apoiadas sobre base granular. **Dissertação** – Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiânia (UFG), Goiânia, 2003.

SANTANA, H. A filosofia dos calçamentos na pavimentação urbana. In: Reunião de pavimentação urbana da Associação Brasileira de Pavimentação, 4, Maceió: ABPv, 1993, **Anais...**

SANTOS, C. R. G. Dimensionamento e análise do ciclo de vida de pavimentos rodoviários: uma abordagem probabilística. **Tese** – Doutorado em Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 296 p., 2011.

SANTOS, T. F. Comparação dos métodos de dimensionamento de pavimentos flexíveis: DNER (1981) e MeDiNa. **Trabalho de Conclusão de Curso** – Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina, 145 p., 2022.

SENÇO, W. **Manual de técnicas de pavimentação**. V. 1, 2 ed. São Paulo: PINI, 2007.

SILVA, F. **Projeto Urbanístico de Loteamento**. 1 p., 2023.

SOUZA, M. N. Dimensionamento de estruturas de pavimento: aplicação do método DNER (1981) e do método MeDiNa. **Trabalho de Conclusão de Curso** – Engenharia Civil, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Florianópolis, Santa Catarina, 100 p., 2019.

SPL SONDAgens. **Perfil geológico e geotécnico individual do subsolo**. Campeche, Florianópolis. 10 p., 2012.


TISAKA, M. **Orçamento na Construção Civil**: consultoria, projeto e execução. 1 ed. São Paulo: Editora Pini, 367 p., 2006.

TORRES, T. L. P. Pavimento com bloco intertravado de concreto da fabricação à execução – estudo de caso em São Luís/MA. **Monografia**. Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA. São Luís, MA. 126 p., 2017.

VENESCAU, R. **Influência do tráfego sobre o dimensionamento do pavimento flexível**. 2022. Disponível em: < <http://engenhariarodoviaria.com.br/influencia-do-trafego-sobre-o-dimensionamento-do-pavimento-flexivel>. /> Acesso em: 05 fev 23.


WIEBBELLING, P. O. G. Pavimento com blocos intertravados de concreto: estudo de caso da UNIVATES. **Trabalho de Conclusão de Curso** – Engenharia Civil, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 73 p., 2015.

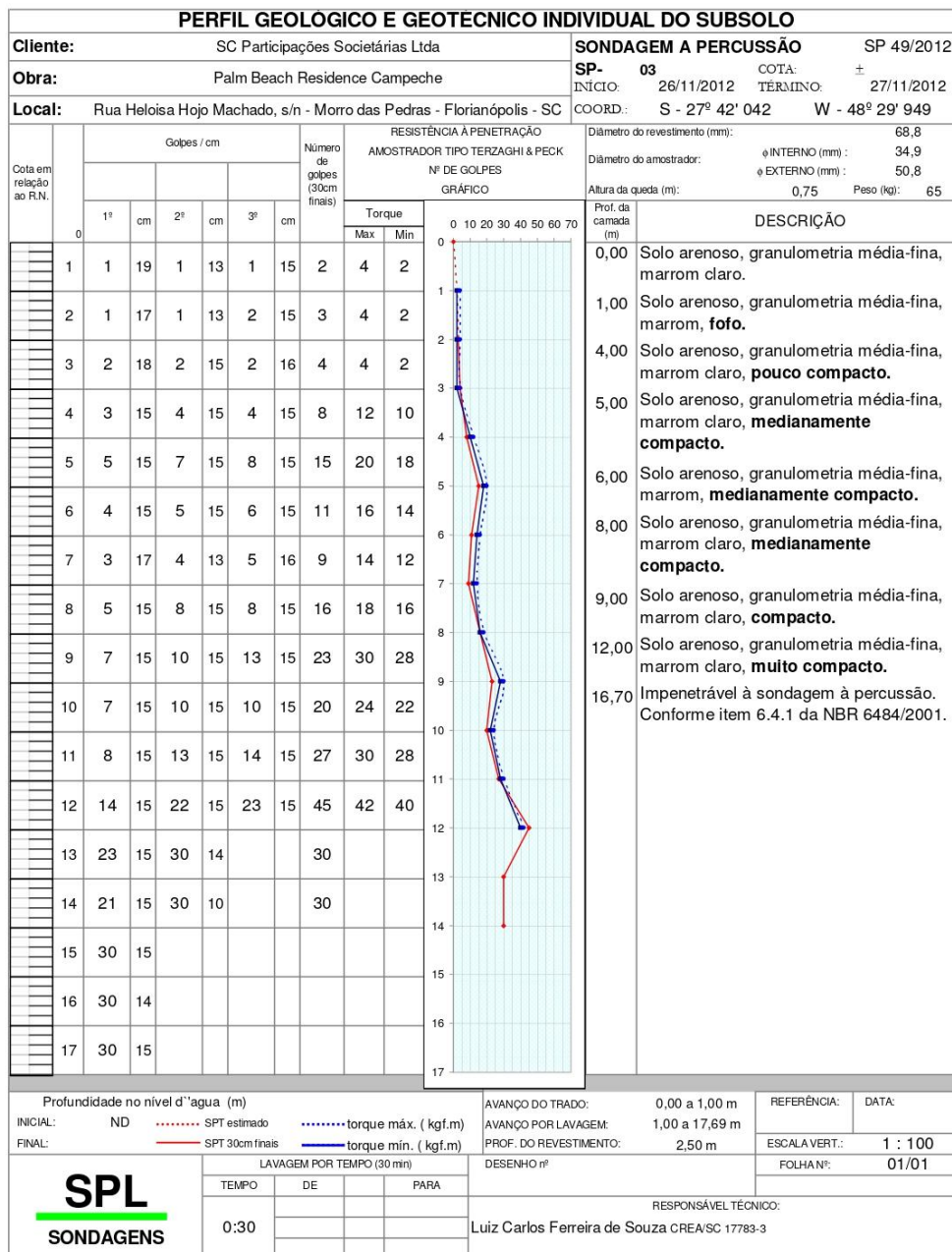
ANEXO A – BOLETINS DE SONDAJENS

PERFIL GEOLOGICO E GEOTECNICO INDIVIDUAL DO SUBSOLO													
Cliente: SC Participações Societárias Ltda Obra: Palm Beach Residence Campeche Local: Rua Heloisa Hojo Machado, s/n - Morro das Pedras - Florianópolis - SC						SONDAGEM A PERCUSSÃO SP 49/2012 SP-01 INÍCIO: 22/11/2012 COTA: ± TERMINO: 23/11/2012 COORD.: S - 27° 42' 034 W - 48° 29' 992							
Cota em relação ao R.N.	Golpes / cm					Número de golpes (30cm finais)	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO				Diâmetro do revestimento (mm): 68,8		
	1º	cm	2º	cm	3º		cm	AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK		Diâmetro do amostrador: φ INTERNO (mm) : 34,9			
							Nº DE GOLPES		φ EXTERNO (mm) : 50,8		Altura da queda (m): 0,75	Peso (kg): 65	
							GRÁFICO		Prof. da camada (m)		DESCRIÇÃO		
							Torque		0 10 20 30 40 50 60 70				
							Max	Min	0		0,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom.		
	1	20	1	25		1	0	0	1		1,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, fofo .		
	2	17	1	15	1	13	2	4	2		4,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, pouco compacto .		
	3	18	2	15	2	12	4	4	3		5,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, compacto .		
	4	17	3	13	4	15	7	10	4		6,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, pouco compacto .		
	5	15	9	15	11	15	20	20	5		7,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, medianamente compacto .		
	6	19	2	11	3	15	5	4	6		11,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, compacto .		
	7	15	6	15	7	15	13	18	7		15,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, cinza claro, muito compacto .		
	8	15	6	15	8	15	14	18	8				
	9	15	7	15	9	15	16	22	9				
	10	15	7	15	10	15	17	22	10				
	11	15	10	15	13	15	23	28	11				
	12	15	10	15	14	15	24	28	12				
	13	15	11	15	16	15	27	30	13				
	14	15	15	15	16	15	31	36	14				
	15	15	30	14			30		15				
	16	15	30	14			30		16				
	17	30	13						17				
Profundidade no nível d'água (m)						AVANÇO DO TRADO:		0,00 a 1,00 m		REFERÊNCIA:	DATA:		
INICIAL: ND						SPT estimado		torque máx. (kgf.m)		AVANÇO POR LAVAGEM:		1,00 a 18,68 m	
FINAL:						SPT 30cm finais		torque min. (kgf.m)		PROF. DO REVESTIMENTO:		2,50 m	
LAVAGEM POR TEMPO (30 min)						DESENHO nº				ESCALA VERT.:		1 : 100	
TEMPO						DE		PARA		FOLHA Nº:		01/02	
0:30										RESPONSÁVEL TÉCNICO:		Luiz Carlos Ferreira de Souza CREA/SC 17783-3	
													

PERFIL GEOLOGICO E GEOTECNICO INDIVIDUAL DO SUBSOLO											
Ciente: SC Participações Societárias Ltda						SONDAGEM A PERCUSSÃO SP 49/2012					
Obra: Palm Beach Residence Campeche						SP- 01			COTA: ±		
Local: Rua Heloisa Hojo Machado, s/n - Morro das Pedras - Florianópolis - SC						INÍCIO: 22/11/2012			TÉRMINO: 23/11/2012		
						COORD.: S - 27° 42' 034			W - 48° 29' 992		
Cota em relação ao R.N.	Golpes / cm					Número de golpes (30cm finais)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO		Diâmetro do revestimento (mm): 68,8		
	1º	cm	2º	cm	3º		cm	AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK		Diâmetro do amostrador: φ INTERNO (mm) : 34,9	
							Nº DE GOLPES GRÁFICO		φ EXTERNO (mm) : 50,8		
							Torque		Altura da queda (m): 0,75 Peso (kg): 65		
							Max	Min	Prof. da camada (m)		
							0 10 20 30 40 50 60 70		DESCRIÇÃO		
17									18,68 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, multo compacto .		
18	30	14							18,68 Impenetrável à sondagem à percussão. Conforme item 6.4.1 da NBR 6484/2001.		
19	30	13									
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
Profundidade no nível d'água (m)						AVANÇO DO TRADO: 0,00 a 1,00 m			REFERÊNCIA: DATA:		
INICIAL: ND						SPT estimado			AVANÇO POR LAVAGEM: 1,00 a 18,68 m		
FINAL:						SPT 30cm finais			PROF. DO REVESTIMENTO: 2,50 m		
LAVAGEM POR TEMPO (30 min)						DESENHO nº			ESCALA VERT.: 1 : 100		
SPL						TEMPO			FOLHA Nº: 02/02		
SONDAGENS						0:30			RESPONSÁVEL TÉCNICO:		
									Luiz Carlos Ferreira de Souza CREA/SC 17783-3		

PERFIL GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO INDIVIDUAL DO SUBSOLO														
Ciente: SC Participações Societárias Ltda							SONDAGEM A PERCUSSÃO SP 49/2012							
Obra: Palm Beach Residence Campeche							SP- 02 COTA: ±							
Local: Rua Heloisa Hojo Machado, s/n - Morro das Pedras - Florianópolis - SC							INÍCIO: 03/12/2012 TÉRMINO: 03/12/2012							
							COORD.: S - 27° 42' 037 W - 48° 29' 976							
Cota em relação ao R.N.	Golpes / cm						Número de golpes (30cm finais)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO				Diâmetro do revestimento (mm): 68,8		
								AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK				Diâmetro do amostrador: φ INTERNO (mm) : 34,9		
								Nº DE GOLPES				φ EXTERNO (mm) : 50,8		
	1º	cm	2º	cm	3º	cm	Torque		GRÁFICO		Altura da queda (m): 0,75 Peso (kg): 65			
							Max	Min	0 10 20 30 40 50 60 70		Prof. da camada (m)			
											DESCRIÇÃO			
0											0,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro.		
1	1	20	1	15	1	15	2	4	2		1,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, fofo .		
2	1	18	1	14	2	15	3	4	2		4,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, pouco compacto .		
3	2	16	2	15	2	15	4	4	2		5,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, medianamente compacto .		
4	3	17	3	15	4	15	7	10	8		6,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, medianamente compacto .		
5	5	15	6	15	7	15	13	10	8		11,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, compacto .		
6	4	15	5	15	6	15	11	10	8		14,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, muito compacto .		
7	5	15	7	15	10	15	17	20	18					
8	5	15	8	15	10	15	18	20	18					
9	5	15	7	15	9	15	16	22	20					
10	6	15	10	15	11	15	21	24	22					
11	7	15	12	15	13	15	25	30	28					
12	8	15	15	15	18	15	33	32	30					
13	9	15	16	15	19	15	35	34	32					
14	14	15	21	15	22	15	43	40	38					
15	23	15	30	13			30							
16	30	12												
17	30	13												
Profundidade no nível d'água (m)							AVANÇO DO TRADO: 0,00 a 1,00 m				REFERÊNCIA:	DATA:		
INICIAL: ND							SPT estimado				torque máx. (kgf.m)		AVANÇO POR LAVAGEM: 1,00 a 17,69 m	
FINAL:							SPT 30cm finais				torque mín. (kgf.m)		PROF. DO REVESTIMENTO: 2,50 m	
LAVAGEM POR TEMPO (30 min)							DESENHO Nº				ESCALA VERT.: 1 : 100			
TEMPO							DE				PARA		FOLHA Nº: 01/02	
0:30											RESPONSÁVEL TÉCNICO:		Luiz Carlos Ferreira de Souza CREA/SC 17783-3	
SPL SONDAGENS														

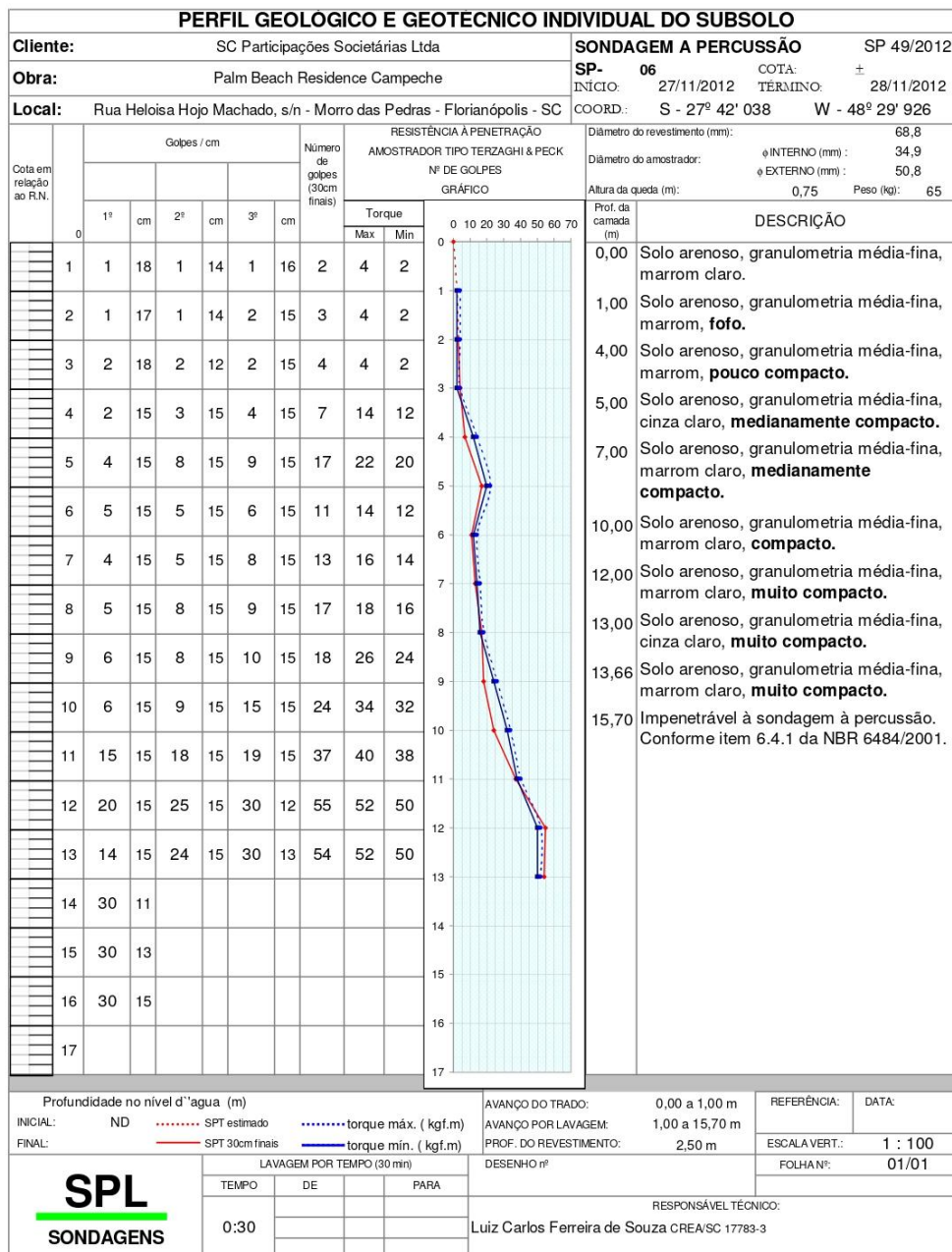
PERFIL GEOLOGICO E GEOTECNICO INDIVIDUAL DO SUBSOLO													
Ciente: SC Participações Societárias Ltda						SONDAGEM A PERCUSSÃO SP 49/2012							
Obra: Palm Beach Residence Campeche						SP- 02			COTA: ±				
Local: Rua Heloisa Hojo Machado, s/n - Morro das Pedras - Florianópolis - SC						INÍCIO: 03/12/2012			TÉRMINO: 03/12/2012				
						COORD.: S - 27° 42' 037			W - 48° 29' 976				
Cota em relação ao R.N.	Golpes / cm					Número de golpes (30cm finais)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO					Diâmetro do revestimento (mm): 68,8	
	AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK						Nº DE GOLPES GRÁFICO					Diâmetro do amostrador: φ INTERNO (mm) : 34,9	
	1º	cm	2º	cm	3º	cm	Torque		Altura da queda (m): 0,75		Peso (kg): 65		
							Max	Min	Prof. da camada (m)		DESCRIÇÃO		
17									0 10 20 30 40 50 60 70	17	Impenetrável à sondagem à percussão. Conforme item 6.4.1 da NBR 6484/2001.		
18	30	14								18			
19										19			
20										20			
21										21			
22										22			
23										23			
24										24			
25										25			
26										26			
27										27			
28										28			
29										29			
30										30			
31										31			
32										32			
33										33			
34										34			
Profundidade no nível d'água (m)						AVANÇO DO TRADO: 0,00 a 1,00 m			REFERÊNCIA:		DATA:		
INICIAL: ND						SPT estimado			torque máx. (kgf.m)		AVANÇO POR LAVAGEM: 1,00 a 17,69 m		
FINAL:						SPT 30cm finais			torque mín. (kgf.m)		PROF. DO REVESTIMENTO: 2,50 m		
LAVAGEM POR TEMPO (30 min)						DESENHO nº			ESCALA VERT.: 1 : 100		FOLHA Nº: 02/02		
						TEMPO			RESPONSÁVEL TÉCNICO:		Luiz Carlos Ferreira de Souza CREA/SC 17783-3		
						0:30							



PERFIL GEOLÓGICO E GEOTECNICO INDIVIDUAL DO SUBSOLO															
Ciente: SC Participações Societárias Ltda							SONDAGEM A PERCUSSÃO SP 49/2012								
Obra: Palm Beach Residence Campeche							SP- 04 COTA: ±								
Local: Rua Heloisa Hojo Machado, s/n - Morro das Pedras - Florianópolis - SC							INÍCIO: 23/11/2012 TÉRMINO: 26/11/2012								
							COORD.: S - 27° 42' 030 W - 48° 29' 956								
Cota em relação ao R.N.	Golpes / cm						Número de golpes (30cm finais)	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO				Diâmetro do revestimento (mm): 68,8			
								AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK				Diâmetro do amostrador: φ INTERNO (mm) : 34,9			
								Nº DE GOLPES				φ EXTERNO (mm) : 50,8			
						GRÁFICO						Altura da queda (m): 0,75		Peso (kg): 65	
						Torque						Prof. da camada (m)		DESCRIÇÃO	
						Max Min									
0														0,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro.
1	1	22	1	23		1	0	0						1,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, fofo .
2	1	18	1	15	2	13	3	4	2					4,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, pouco compacto .
3	2	19	2	15	2	11	4	4	2					5,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, compacto .
4	4	18	4	12	4	15	8	12	10					6,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, medianamente compacto .
5	6	15	8	15	11	15	19	18	16					9,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, compacto .
6	4	15	4	15	5	15	9	12	10					10,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, medianamente compacto .
7	4	17	4	13	6	15	10	18	16					11,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, compacto .
8	5	15	7	15	8	15	15	18	16					12,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, muito compacto .
9	5	15	9	15	11	15	20	22	20					14,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, amarelo, muito compacto .
10	4	15	7	16	8	15	15	16	14					15,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, amarelo, compacto .
11	8	15	15	15	16	15	31	36	34					16,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, amarelo claro, muito compacto .
12	9	15	14	15	30	15	44	40	38					16,00	Impenetrável à sondagem à percussão. Conforme item 6.4.1 da NBR 6484/2001.
13	14	15	26	15	30	13	56	50	48						
14	13	15	25	15	27	15	52	48	46						
15	12	15	17	15	21	15	38	40	38						
16	18	15	28	15	30	15	58	52	50						
17															

Profundidade no nível d'água (m)				AVANÇO DO TRADO: 0,00 a 1,00 m		REFERÊNCIA:	DATA:
INICIAL:	ND	..... SPT estimado	..... torque máx. (kgf.m)	AVANÇO POR LAVAGEM: 1,00 a 16,00 m		ESCALA VERT.: 1 : 100	
FINAL:		..... SPT 30cm finais	..... torque mín. (kgf.m)	PROF. DO REVESTIMENTO: 2,50 m		FOLHA Nº: 01/01	
LAVAGEM POR TEMPO (30 min)				DESENHO Nº:			
TEMPO	DE	PARA		RESPONSÁVEL TÉCNICO:			
0:30				Luiz Carlos Ferreira de Souza CREA/SC 17783-3			

PERFIL GEOLÓGICO E GEOTECNICO INDIVIDUAL DO SUBSOLO														
Ciente: SC Participações Societárias Ltda							SONDAGEM A PERCUSSÃO SP 49/2012							
Obra: Palm Beach Residence Campeche							SP- 05 COTA: ±							
Local: Rua Heloisa Hojo Machado, s/n - Morro das Pedras - Florianópolis - SC							INÍCIO: 30/11/2012 TÉRMINO: 03/12/2012							
							COORD.: S - 27° 42' 027 W - 48° 29' 940							
Cota em relação ao R.N.	Golpes / cm						Número de golpes (30cm finais)	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO				Diâmetro do revestimento (mm): 68,8		
								AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK				Diâmetro do amostrador: φ INTERNO (mm) : 34,9		
								Nº DE GOLPES				φ EXTERNO (mm) : 50,8		
	1º	cm	2º	cm	3º	cm	Torque		GRÁFICO		Altura da queda (m): 0,75 Peso (kg): 65			
							Max	Min	0 10 20 30 40 50 60 70		Prof. da camada (m)			
											DESCRIÇÃO			
	1	18	15	15	2	4	2			0	0,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro.			
	2	17	15	15	4	4	2			1	1,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, fofo .			
	3	18	15	16	3	4	2			2	5,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, medianamente compacto .			
	4	20	10	20	4	4	2			3	8,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, medianamente compacto .			
	5	15	8	15	9	17	22			4				
	6	15	4	15	5	9	12			5	10,00 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, compacto .			
	7	15	4	15	5	9	12			6	10,80 Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, multo compacto .			
	8	15	7	15	7	14	14			7	15,68 Impenetrável à sondagem à percussão. Conforme item 6.4.1 da NBR 6484/2001.			
	9	15	6	15	9	15	16			8				
	10	15	10	15	10	15	20			9				
	11	15	30	10			30			10				
	12	15	30	10			30			11				
	13	15	30	11			30			12				
	14	15								13				
	15	15								14				
	16	13								15				
	17									16				
										17				
Profundidade no nível d'água (m)							AVANÇO DO TRADO: 0,00 a 1,00 m				REFERÊNCIA:	DATA:		
INICIAL: ND							SPT estimado				torque máx. (kgf.m)		AVANÇO POR LAVAGEM: 1,00 a 15,68 m	
FINAL:							SPT 30cm finais				torque mín. (kgf.m)		PROF. DO REVESTIMENTO: 2,50 m	
LAVAGEM POR TEMPO (30 min)							DESENHO Nº				ESCALA VERT.: 1 : 100		FOLHA Nº: 01/01	
TEMPO							RESPONSÁVEL TÉCNICO:				Luiz Carlos Ferreira de Souza CREA/SC 17783-3			
0:30														
DE														
PARA														
SPL														
SONDAGENS														



PERFIL GEOLÓGICO E GEOTECNICO INDIVIDUAL DO SUBSOLO															
Ciente: SC Participações Societárias Ltda							SONDAGEM A PERCUSSÃO SP 49/2012								
Obra: Palm Beach Residence Campeche							SP- 07 COTA: ±								
Local: Rua Heloisa Hojo Machado, s/n - Morro das Pedras - Florianópolis - SC							INÍCIO: 28/11/2012 TÉRMINO: 30/11/2012								
							COORD.: S - 27° 42' 024 W - 48° 29' 922								
Cota em relação ao R.N.	Golpes / cm						Número de golpes (30cm finais)	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO				Diâmetro do revestimento (mm): 68,8			
								AMOSTRADOR TIPO TERZAGHI & PECK				Diâmetro do amostrador: φ INTERNO (mm) : 34,9			
								Nº DE GOLPES				φ EXTERNO (mm) : 50,8			
						GRÁFICO						Altura da queda (m): 0,75		Peso (kg): 65	
						Torque						Prof. da camada (m)		DESCRIÇÃO	
						Max Min									
0														0,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro.
1	1	19	1	11	1	15	2	4	2					1,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom, fofo .
2	1	18	2	14	2	15	4	4	2					4,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, pouco compacto .
3	2	16	2	15	2	15	4	4	2					5,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, cinza claro, medianamente compacto .
4	2	20	2	14	3	13	5	10	8					6,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, cinza claro, pouco compacto .
5	5	15	9	15	9	15	18	24	22					7,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, medianamente compacto .
6	3	15	3	15	4	15	7	14	12					10,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, compacto .
7	4	15	4	15	6	15	10	18	16					12,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, cinza claro, muito compacto .
8	4	15	6	15	7	15	13	16	14					15,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, cinza claro, compacto .
9	6	15	6	15	8	15	14	28	26					16,00	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, compacto .
10	6	15	9	15	11	15	20	30	28					16,85	Solo arenoso, granulometria média-fina, marrom claro, muito compacto .
11	9	15	11	15	14	15	25	38	36						
12	10	15	17	15	26	15	43	40	38						
13	22	15	30	11			30								
14	18	15	20	15	22	15	42	42	40						
15	10	15	16	15	14	15	30	32	30						
16	10	15	17	15	16	15	33	34	32						
17	20	15	30	15			30								

Profundidade no nível d'água (m)				AVANÇO DO TRADO: 0,00 a 1,00 m		REFERÊNCIA:	DATA:
INICIAL:	ND	..... SPT estimado	..... torque máx. (kgf.m)	AVANÇO POR LAVAGEM: 1,00 a 19,81 m		ESCALA VERT.: 1 : 100	
FINAL:		..... SPT 30cm finais	..... torque mín. (kgf.m)	PROF. DO REVESTIMENTO: 2,50 m		FOLHA Nº: 01/02	
LAVAGEM POR TEMPO (30 min)				DESENHO Nº			
TEMPO		DE	PARA	RESPONSÁVEL TÉCNICO:			
0:30				Luiz Carlos Ferreira de Souza CREA/SC 17783-3			

ANEXO B – COMPOSIÇÕES DO SINAPI

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
03.PAVI.ASFT.009/01	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO COM APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO, CAMADA DE ROLAMENTO - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	M3
Código SIPCI		Situação
95995		ATIVO
Vigência: 11/2019 Última Atualização: 12/2019		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	1518	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ) PARA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA, PADRÃO DNIT, FAIXA C, COM CAP 50/70 - AQUISIÇÃO POSTO USINA	ATIVO	T	2,55480
C	5835	VIBROACABADORA DE ASFALTO SOBRE ESTEIRAS, LARGURA DE PAVIMENTAÇÃO 1,90 M A 5,30 M, POTÊNCIA 105 HP CAPACIDADE 450 T/H - CHP DIURNO. AF_11/2014	ATIVO	CHP	0,04640
C	5837	VIBROACABADORA DE ASFALTO SOBRE ESTEIRAS, LARGURA DE PAVIMENTAÇÃO 1,90 M A 5,30 M, POTÊNCIA 105 HP CAPACIDADE 450 T/H - CHI DIURNO. AF_11/2014	ATIVO	CHI	0,09490
C	88314	RASTELEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	1,13010
C	91386	CAMINHÃO BASCULANTE 10 M3, TRUCADO CABINE SIMPLES, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 230 CV INCLUSIVE CAÇAMBA METÁLICA - CHP DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHP	0,04640
C	95631	ROLO COMPACTADOR VIBRATORIO TANDEM, ACO LISO, POTENCIA 125 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,20/11,65 T, LARGURA DE TRABALHO 1,73 M - CHP DIURNO. AF_11/2016	ATIVO	CHP	0,08050
C	95632	ROLO COMPACTADOR VIBRATORIO TANDEM, ACO LISO, POTENCIA 125 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,20/11,65 T, LARGURA DE TRABALHO 1,73 M - CHI DIURNO. AF_11/2016	ATIVO	CHI	0,06070
C	96155	TRATOR DE PNEUS COM POTÊNCIA DE 85 CV, TRAÇÃO 4X4, COM VASSOURA MECÂNICA ACOPLADA - CHI DIURNO. AF_02/2017	ATIVO	CHI	0,10710
C	96157	TRATOR DE PNEUS COM POTÊNCIA DE 85 CV, TRAÇÃO 4X4, COM VASSOURA MECÂNICA ACOPLADA - CHP DIURNO. AF_03/2017	ATIVO	CHP	0,03410
C	96463	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTÁTICO, PRESSÃO VARIÁVEL, POTENCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHP DIURNO. AF_06/2017	ATIVO	CHP	0,04190
C	96464	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTÁTICO, PRESSÃO VARIÁVEL, POTENCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHI DIURNO. AF_06/2017	ATIVO	CHI	0,09900

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
03.PAVI.BASE.075/01	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE BRITA GRADUADA SIMPLES - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	M3
Código SIPC	Situação	
96396	ATIVO	
Vigência: 11/2019 Última Atualização: 12/2019		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
C	5684	ROLO COMPACTADOR VIBRATÓRIO DE UM CILINDRO AÇO LISO, POTÊNCIA 80 HP, PESO OPERACIONAL MÁXIMO 8,1 T, IMPACTO DINÂMICO 16,15 / 9,5 T, LARGURA DE TRABALHO 1,68 M - CHP DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHP	0,00900
C	5685	ROLO COMPACTADOR VIBRATÓRIO DE UM CILINDRO AÇO LISO, POTÊNCIA 80 HP, PESO OPERACIONAL MÁXIMO 8,1 T, IMPACTO DINÂMICO 16,15 / 9,5 T, LARGURA DE TRABALHO 1,68 M - CHI DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHI	0,02100
C	5901	CAMINHÃO PIPA 10.000 L TRUCADO, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,8 M, POTÊNCIA 230 CV, INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA - CHP DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHP	0,00200
C	5903	CAMINHÃO PIPA 10.000 L TRUCADO, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,8 M, POTÊNCIA 230 CV, INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA - CHI DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHI	0,02800
C	5932	MOTONIVELADORA POTÊNCIA BÁSICA LÍQUIDA (PRIMEIRA MARCHA) 125 HP, PESO BRUTO 13032 KG, LARGURA DA LÂMINA DE 3,7 M - CHP DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHP	0,00800
C	5934	MOTONIVELADORA POTÊNCIA BÁSICA LÍQUIDA (PRIMEIRA MARCHA) 125 HP, PESO BRUTO 13032 KG, LARGURA DA LÂMINA DE 3,7 M - CHI DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHI	0,02200
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,03000
C	96393	USINAGEM DE BRITA GRADUADA SIMPLES. AF_03/2020	ATIVO	M3	1,00000
C	96463	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTATICO, PRESSAO VARIÁVEL, POTENCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHP DIURNO. AF_06/2017	ATIVO	CHP	0,00400
C	96464	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTATICO, PRESSAO VARIÁVEL, POTENCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHI DIURNO. AF_06/2017	ATIVO	CHI	0,02600

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
03.PAVI.BASE.125/01	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE SEM MISTURA DE SOLOS - EXCLUSIVE SOLO, ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	M3
Código SIPCI		Situação
101768		ATIVO
Vigência: 11/2019 Última Atualização: 10/2020		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
C	5901	CAMINHÃO PIPA 10.000 L TRUCADO, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,8 M, POTÊNCIA 230 CV, INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA - CHP DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHP	0,05270
C	5903	CAMINHÃO PIPA 10.000 L TRUCADO, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,8 M, POTÊNCIA 230 CV, INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA - CHI DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHI	0,01680
C	5921	GRADE DE DISCO REBOCÁVEL COM 20 DISCOS 24" X 6 MM COM PNEUS PARA TRANSPORTE - CHP DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHP	0,00720
C	5923	GRADE DE DISCO REBOCÁVEL COM 20 DISCOS 24" X 6 MM COM PNEUS PARA TRANSPORTE - CHI DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHI	0,05030
C	5932	MOTONIVELADORA POTÊNCIA BÁSICA LÍQUIDA (PRIMEIRA MARCHA) 125 HP, PESO BRUTO 13032 KG, LARGURA DA LÂMINA DE 3,7 M - CHP DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHP	0,00590
C	5934	MOTONIVELADORA POTÊNCIA BÁSICA LÍQUIDA (PRIMEIRA MARCHA) 125 HP, PESO BRUTO 13032 KG, LARGURA DA LÂMINA DE 3,7 M - CHI DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHI	0,05160
C	73436	ROLO COMPACTADOR VIBRATÓRIO PÉ DE CARNEIRO PARA SOLOS, POTÊNCIA 80 HP, PESO OPERACIONAL SEM/COM LASTRO 7,4 / 8,8 T, LARGURA DE TRABALHO 1,68 M - CHP DIURNO. AF_02/2016	ATIVO	CHP	0,04070
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,05750
C	89035	TRATOR DE PNEUS, POTÊNCIA 85 CV, TRAÇÃO 4X4, PESO COM LASTRO DE 4.675 KG - CHP DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHP	0,00720
C	89036	TRATOR DE PNEUS, POTÊNCIA 85 CV, TRAÇÃO 4X4, PESO COM LASTRO DE 4.675 KG - CHI DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHI	0,05030
C	93244	ROLO COMPACTADOR VIBRATÓRIO PÉ DE CARNEIRO PARA SOLOS, POTÊNCIA 80 HP, PESO OPERACIONAL SEM/COM LASTRO 7,4 / 8,8 T, LARGURA DE TRABALHO 1,68 M - CHI DIURNO. AF_02/2016	ATIVO	CHI	0,00580
C	96463	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTÁTICO, PRESSÃO VARIÁVEL, POTÊNCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHP DIURNO. AF_06/2017	ATIVO	CHP	0,00580

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
03.PAVI.BASE.123/01	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE SUBLEITO DE SOLO PREDOMINANTEMENTE ARENOSO. AF_11/2019	M2
Código SIPCI		Situação
100577		ATIVO

Vigência: 11/2019 Última Atualização: 12/2019

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
C	5901	CAMINHÃO PIPA 10.000 L TRUCADO, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,8 M, POTÊNCIA 230 CV, INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA - CHP DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHP	0,00100
C	5903	CAMINHÃO PIPA 10.000 L TRUCADO, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,8 M, POTÊNCIA 230 CV, INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA - CHI DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHI	0,00200
C	5932	MOTONIVELADORA POTÊNCIA BÁSICA LÍQUIDA (PRIMEIRA MARCHA) 125 HP, PESO BRUTO 13032 KG, LARGURA DA LÂMINA DE 3,7 M - CHP DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHP	0,00010
C	5934	MOTONIVELADORA POTÊNCIA BÁSICA LÍQUIDA (PRIMEIRA MARCHA) 125 HP, PESO BRUTO 13032 KG, LARGURA DA LÂMINA DE 3,7 M - CHI DIURNO. AF_06/2014	ATIVO	CHI	0,00300
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,00300
C	96463	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTÁTICO, PRESSÃO VARIÁVEL, POTÊNCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHP DIURNO. AF_06/2017	ATIVO	CHP	0,00100
C	96464	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTÁTICO, PRESSÃO VARIÁVEL, POTÊNCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHI DIURNO. AF_06/2017	ATIVO	CHI	0,00200

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
03.PAVI.INTE.018/01	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO RETANGULAR COR NATURAL DE 20 X 10 CM, ESPESSURA 6 CM. AF_10/2022	M2
Código SIPC		Situação
92397		ATIVO
Vigência: 12/2015 Última Atualização: 10/2022		

COMPOSIÇÃO					
Item	Código	Descrição	Situação	Unid.	Coef.
I	370	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	ATIVO	M3	0,05680
I	4741	PO DE PEDRA (POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE)	ATIVO	M3	0,00980
I	36155	BLOQUETE/PISO INTERTRAVADO DE CONCRETO - MODELO ONDA/16 FACES/RETANGULAR/TIJOLINHO/PAVER/HOLANDES/PARA LELEPIEDO, 20 CM X 10 CM, E = 6 CM, RESISTENCIA DE 35 MPA (NBR 9781), COR NATURAL	ATIVO	M2	1,00410
C	88260	CALCETEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,20150
C	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	ATIVO	H	0,20150
C	91277	PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, FORÇA CENTRÍFUGA DE 25 KN (2500 KGF), POTÊNCIA 5,5 CV - CHP DIURNO. AF_08/2015	ATIVO	CHP	0,00410
C	91278	PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, FORÇA CENTRÍFUGA DE 25 KN (2500 KGF), POTÊNCIA 5,5 CV - CHI DIURNO. AF_08/2015	ATIVO	CHI	0,09670
C	91283	CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE 13 HP, COM DISCO DE CORTE DIAMANTADO SEGMENTADO PARA CONCRETO, DIÂMETRO DE 350 MM, FURO DE 1" (14 X 1") - CHP DIURNO. AF_08/2015	ATIVO	CHP	0,00380
C	91285	CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE 13 HP, COM DISCO DE CORTE DIAMANTADO SEGMENTADO PARA CONCRETO, DIÂMETRO DE 350 MM, FURO DE 1" (14 X 1") - CHI DIURNO. AF_08/2015	ATIVO	CHI	0,09700