ANÁLISE TÉCNICA DAS VIAS INTERNAS DO PORTO DE IMBITUBA: AVALIAÇÃO ESTRUTURAL PARA PAVIMENTO *WHITETOPPING*

TECHNICAL ANALYSIS OF THE INTERNAL ROADS OF THE PORT OF IMBITUBA: STRUCTURAL ASSESSMENT FOR WHITETOPPING PAVEMENT

MAURÍCIO TONIAL (UFSC)

mauricio.tonial@posgrad.ufsc.br

THIAGO SELIGER WOELLNER (UFSC)

thiago.woellner@posgrad.ufsc.br

EDUARDO LOBO (UFSC)

eduardo.lobo@ufsc.br

RESUMO

O sistema portuário brasileiro vem recebendo investimentos, por parte de empresas públicas e privadas para promover sua expansão e o seu desenvolvimento. O volume de importações e exportações do Brasil cresce à medida que vêm sendo desenvolvidos novos projetos para prover maior eficiência às áreas portuárias. O Porto de Imbituba, situado no sul de Santa Catarina, se destaca por ser o único porto catarinense que movimenta quaisquer tipos de cargas: contêineres, fertilizantes, carga geral, granel líquido e granel sólido. Aliado ao aumento da movimentação, a expectativa de crescimento evidencia a potencialidade de desenvolvimento do complexo portuário para toda a região. Este artigo analisa inicialmente o estado atual das vias internas do Porto de Imbituba, destacando o desgaste causado pelo tráfego pesado. Com o aumento da movimentação de cargas, a necessidade de manutenção se intensifica. O pavimento *whitetopping*, técnica de revestimento com concreto sobre o asfalto existente, é proposto como solução. Essa técnica oferece maior durabilidade e resistência, sendo adequada para áreas de tráfego intenso. A análise conclui que o *whitetopping* é uma opção viável para melhorar a infraestrutura do Porto de Imbituba, garantindo a eficiência das operações e reduzindo custos de manutenção em longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: Acesso terrestre; Porto de Imbituba; *Whitetopping.*

ABSTRACT

Brazilian port system has been receiving investments from public and private companies, aiming to promote its expansion and its development. The volume of imports and exports has been growing as new projects are developed, in order to provide efficiency in port areas. The Port of Imbituba, located in the south of Santa Catarina, stands out for being the only port in Santa Catarina that manages all types of cargo: containers, fertilizers, general cargo, liquid bulk and solid bulk. Combined with the increase in movement, there is an expectation of growth highlights the potential for development of the port complex for the entire region. This paper analyzes the current state of the international roads of the Port of Imbituba, focusing on the impacts caused by heavy traffic. It is observed that by the increasing of cargo movement, the need for maintenance it is intensified. Whitetopping pavement, a technique of coating concrete over the existing asphalt, is proposed as an alternative. This technique offers greater durability and resistance, being suitable for areas of heavy traffic. It was observed that whitetopping is a viable option to improve the infrastructure of the Port of Imbituba, ensuring operational efficiency and reducing maintenance costs in the long term.

KEYWORDS: Land access; Port of Imbituba; Whitetopping pavement.

1 INTRODUÇÃO

O Porto de Imbituba se destaca no setor marítimo brasileiro por ser caracterizado como multipropósito, visto que permite a operação de todos os tipos de cargas em seus três berços de atracação (Cais 1, 2 e 3). Possui a capacidade operacional de escoar granéis líquidos como soda cáustica e óleo de girassol, contêineres, cargas vivas, granéis sólidos, fertilizantes e carga geral como toras de madeira, pás eólicas, entre outros.

Localizado em uma enseada aberta, abrigado por um molhe de 850 m, e protegido de ventos e ressacas, o Porto de Imbituba fica a cerca de 90 quilômetros ao sul da capital do estado de Santa Catarina. O Porto foi construído por ingleses na década de 1880 para a exploração do carvão catarinense; atualmente, é administrado pelo Governo do Estado de Santa Catarina por meio da SCPAR Porto de Imbituba.

O Porto de Imbituba possui área marítima igual a 5.633.162,73 m² e área terrestre de 892.410,05 m². O complexo portuário tem proximidade com a rodovia BR-101, uma das mais importantes rodovias do país, e possui acesso ferroviário regido pela Ferrovia Tereza Cristina (FTC) que conecta o Porto à cidade de Criciúma/SC, perpassando por outros 14 municípios do sul do estado de Santa Catarina, por meio de uma malha ferroviária de 164 km.

Na ótica do acesso terrestre, a necessidade de adequação das vias internas tanto da cidade de Imbituba como do próprio complexo portuário se mostra como um investimento necessário para garantir o escoamento das cargas na região, para prover conforto e segurança para todos os usuários que transitam no local.

No ano de 2016 foi feita uma manutenção no principal acesso que liga o porto a cidade: o Acesso Norte. Esta via possui 6 km de extensão e tem a função de conectar o Porto de Imbituba à rodovia BR-101. A recuperação teve o objetivo de diminuir os congestionamentos na região e melhorar a segurança da via e consistiu na execução de uma camada de pavimento de concreto rígido do tipo *whitetopping.*

Conforme registrado no Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) do Porto de Imbituba, o Porto possui 15 vias internas, com aproximadamente 5 km de extensão. Frente ao cenário de expansão e de crescimento portuário, mostra-se importante o estudo do comportamento e do estado das vias com o aumento das operações.

Dessa forma, brevemente, ao longo deste trabalho, apresentam-se dados atuais do estado das vias do Porto de Imbituba, bem como propõe-se o concreto do tipo *whitetopping* para os trechos mais solicitados, como alternativa.

2 PORTO DE IMBITUBA E AS VIAS INTERNAS

Sabe-se que a adequação dos sistemas de transportes são fundamentais para o desenvolvimento econômico de um país. A necessidade de se transportar cargas com rapidez e economia se torna um fator importante para a escolha do modal no

mercado logístico. O transporte de cargas representa, em média, cerca de 64% dos custos logísticos e 4,3% do faturamento de uma empresa (WANKE; FLEURY, 2006).

Observa-se que a evolução dos meios de transporte acompanhou as demandas da sociedade e do sistema econômico vigente e sabe-se que os modos de transporte aeroviário, aquaviário, dutoviário, ferroviário e rodoviário, distinguindo-se conforme suas características operacionais, podem e devem ser considerados em uma visão ampla da Logística e dos Sistemas de Transportes. As vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de modos de transporte são apresentadas, resumidamente, na **Tabela 1** a seguir.

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens dos modos de transporte

Tipo de Modal	Vantagens	Desvantagens
Aeroviário	Trânsito livre	Custo de operação elevados
	Maior segurança quanto a furtos e acidentes	Capacidade de carga menor
	Prazos de entrega menores	Depende de outros tipos de modais
Aquaviário	Alta capacidade de carga	Prazo de entrega elevado
	Custo baixo de frete	Burocracia
	Baixo risco de avaria nas cargas	Falta de investimentos no setor
Dutoviário	Alta capacidade de carga	Investimento inicial elevado
	Baixo custo operacional	Trajeto fixo
	Segurança	Risco de acidentes ambientais
	Confiabilidade	
Ferroviário	Custos operacionais baixos	Rota fixa e inflexível
	Alta capacidade de carga	Dependência de outros modais
	Segurança quanto a avarias e furtos	Pouco investimento no setor
Rodoviário	Flexibilidade nas rotas	Alto custo de frete
	Menos burocracia	Tempo elevado de frete para longas distâncias
	Maior investimento	Alto risco de avarias, acidentes e furtos de cargas

Fonte: Prestex (2019).

Atualmente, o principal modo de transporte utilizado no nosso país é o rodoviário, tanto para o escoamento de mercadorias quanto para o deslocamento de pessoas. Observa-se, assim, que o modo rodoviário e os sistemas viários desse modal contribuem para os acessos terrestres aos terminais portuários.

O Porto de Imbituba, por sua vez, movimenta granéis sólidos, grãos agrícolas, granéis líquidos, fertilizantes, contêineres e carga geral, contando com três berços de atracação, estando apto a atender, principalmente, o escoamento de cargas dos três estados da região Sul, com influência direta em todo o Mercosul.

O Porto de Imbituba possui área de influência abrangente na movimentação de cargas, tendo em seu entorno grandes portos do Brasil. A **Figura 1** apresenta a localização do Porto e seu raio de influência em torno de 500 km na região, estando num cenário competitivo com outros portos do sul do país como o Porto de Rio Grande, no Rio Grande do Sul, e o Porto de Santos, em São Paulo.

Figura 1 – Localização do Porto de Imbituba e seu raio de influência na região



Fonte: os autores (2024).

De acordo com o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) do Porto de Imbituba, aprovado pela Portaria nº 1658, de 10 de agosto de 2020, existem ao todo 15 vias de circulação interna no complexo portuário, sem dimensionamento de capacidade de tráfego e de demanda.

Existem vias não pavimentadas e vias pavimentadas com asfalto, blocos intertravados (paver) e paralelepípedo, sendo denominadas vias principais (VPs), vias de ligação (VLs) e vias transversais (VTs). Ainda, o Porto não dispõe de um plano de gestão nem um controle de tráfego.

Tem-se, então o acesso terrestre externo caracterizado como fora dos portões do Porto, e constituído pelas vias ferroviária e rodoviária, predominantemente; e o acesso terrestre interno, caracterizado, na ótica rodoviária, pelas vias internas, foco deste artigo.

O crescente tráfego necessário para as operações portuárias, principalmente, em função do alto número de caminhões circulando dentro do complexo portuário, faz com que ocorra desgaste no pavimento existente. Esses danos na pavimentação gerados pelo tráfego diário representam um gasto significativo na manutenção da infraestrutura do Porto.

A **Figura 2** e a **Figura 3** extraídas do próprio sítio do Porto de Imbituba ilustra um momento anterior e outro momento posterior das obras de manutenção das vias internas. Nota-se, pela primeira figura, a existência de buracos nas vias, colocando em risco o tráfego no local.

Figura 2 – Antes das obras de manutenção das vias do Porto de Imbituba



Fonte: Porto de Imbituba (2021).

Já na **Figura 3**, a seguir, observam-se as correções efetuadas no pavimento e também se pode perceber o desgaste da pintura, dado o volume de tráfego e de peso no segmento.

Figura 3 – Obras de manutenção das vias do Porto de Imbituba



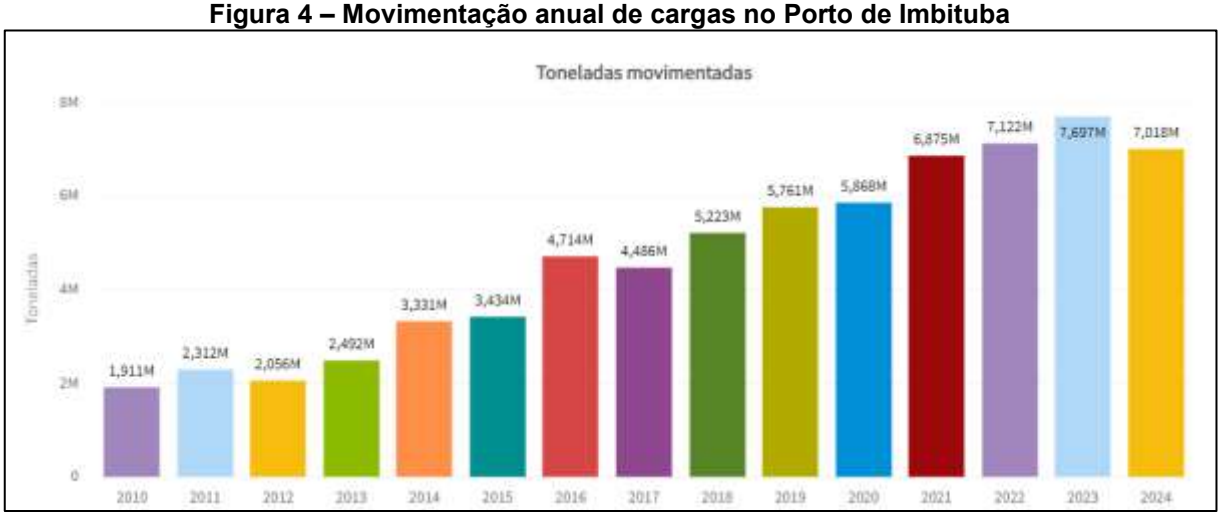
Fonte: Porto de Imbituba (2021).

O acesso de veículos ao Porto de Imbituba ocorre 24 horas por dia, 7 dias por semana, com horário de pico das 07h às 19h. Frequentemente, os acessos ultrapassam os números de cem veículos por hora, conforme informações coletadas nas próprias portarias do complexo portuário.

A **Figura 4** apresenta a movimentação anual de cargas do Porto de Imbituba desde os registros de 2010 a outubro/2024, notando-se um crescimento contínuo de cargas movimentadas a partir de 2017.

O recorde de movimentação do Porto foi em 2023 com 7,697 mil toneladas movimentadas, havendo projeção para uma maior movimentação no ano de 2024.

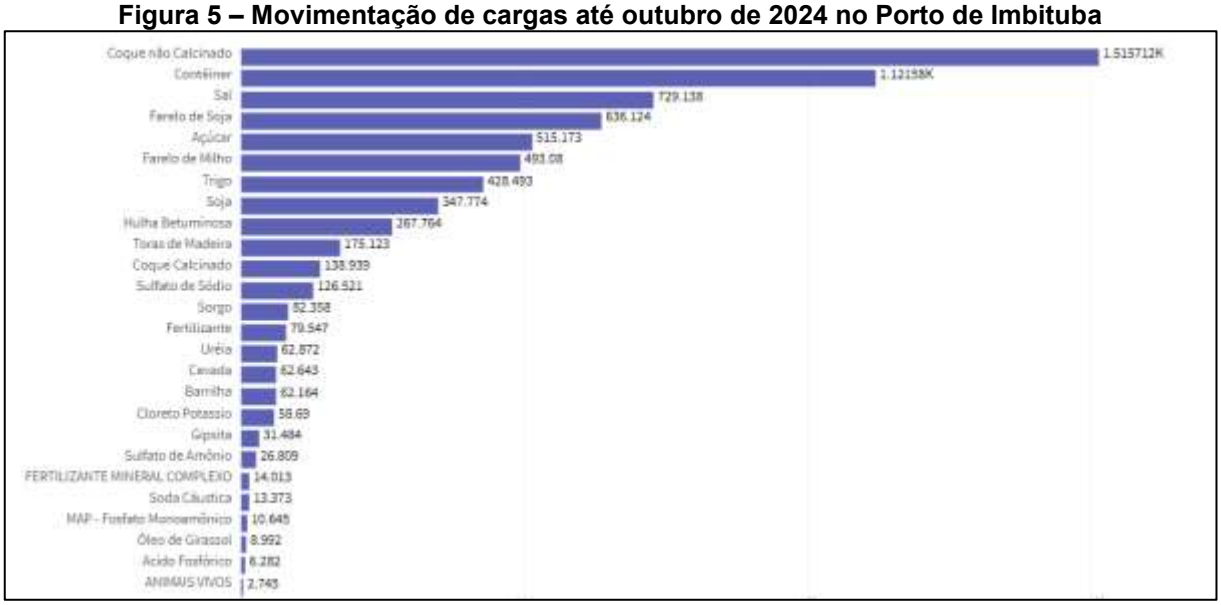
Figura 4 – Movimentação anual de cargas no Porto de Imbituba



Fonte: Porto de Imbituba (2024).

A **Figura 5** representa as cargas mais movimentadas pelo Porto no ano de 2024. Os dados apresentados foram considerados até outubro de 2024. Pela figura, nota-se que o coque não calcinado é a carga mais movimentada com cerca de 1,515 mil toneladas, seguido de contêineres, sal, farelo de soja e açúcar, conforme valores apontados na figura.

Figura 5 – Movimentação de cargas até outubro de 2024 no Porto de Imbituba



Fonte: Porto de Imbituba (2024).

Com base nos registros de entrada e de saída do Porto, analisando somente o número de caminhões que circularam pelo Porto, apresenta-se na **Tabela 2** a relação de veículos *versus* movimentação de cargas no ano de 2023 e de 2024.

Tabela 2 – Relação veículos *versus* movimentação de cargas no Porto de Imbituba

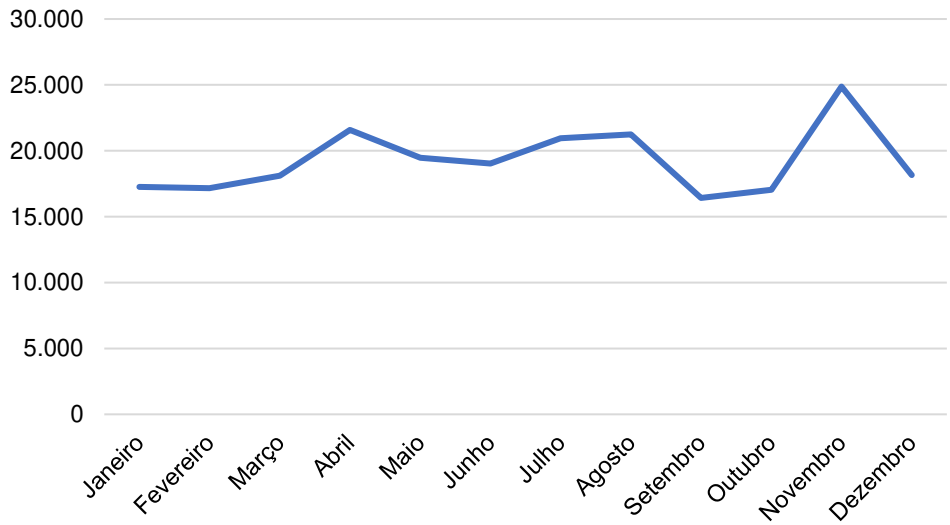
Ano/Mês	2023		2024	
	Número de Caminhões	Movimentação Mensal (ton)	Número de Caminhões	Movimentação Mensal (ton)
Janeiro	17.263	514,50	18.560	611,51
Fevereiro	17.175	503,83	19.666	762,06
Março	18.116	710,35	23.588	834,15
Abril	21.593	767,77	18.687	683,77
Maio	19.468	700,07	27.922	724,97
Junho	19.037	527,65	28.148	756,55
Julho	20.963	700,21	10.178	596,65
Agosto	21.234	694,86	25.661	725,21
Setembro	16.423	625,56	28.443	831,71
Outubro	17.051	567,34	--	--
Novembro	24.874	699,75	--	--
Dezembro	18.163	684,80	--	--

Fonte: os autores (2024).

Ainda, calculando-se o volume médio diário anual (VMDa), dividindo-se o número de caminhões por 365 dias, temos que, em 2023, foram 633 veículos por dia que passaram pelo Porto de Imbituba.

Da mesma maneira, apresenta-se graficamente a movimentação dos veículos mês a mês no Porto para os mesmos anos citados anteriormente, conforme a **Figura 6** e a **Figura 7**.

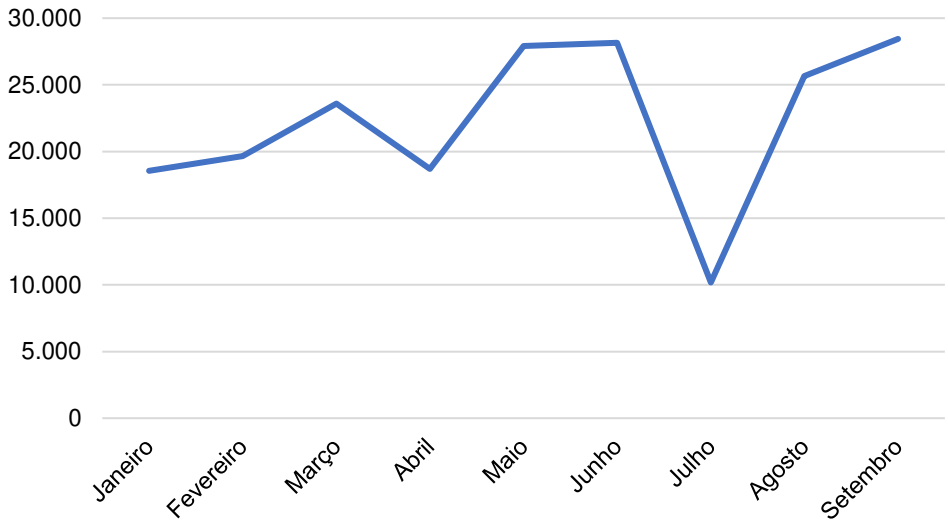
Figura 6 – Entrada de caminhões no Porto de Imbituba no ano de 2023



Fonte: os autores (2024).

A partir da **Tabela 2** e das **Figuras 6 e 7,** nota-se uma tendência de crescimento na movimentação de carga no Porto de Imbituba, o que, automaticamente, gera um maior número de veículos (caminhões) circulando pelas vias.

Figura 7 – Entrada de caminhões no Porto de Imbituba no ano de 2024



Fonte: os autores (2024).

Outro ponto que merece ser destacado é o depósito de materiais nas vias que caem das operações de carga e descarga e também durante o transporte e trajeto dos armazéns que se encontram internamente ou externamente ao Porto. O acúmulo de materiais colabora para danificar a pavimentação existente.

3 PAVIMENTOS DE CONCRETO *WHITETOPPING*

Para suportar o tráfego existente e considerando uma projeção futura de maior movimentação, pode-se afirmar que a execução de pavimentos rígidos se torna uma solução viável para a pavimentação do Porto de Imbituba.

Com um dimensionamento correto e uma execução adequada, os pavimentos de concreto não sofrem com as patologias de afundamentos em trilhos de roda e podem resistir a qualquer quantidade de repetições de eixos pesados (BALBO, 2009).

Entre os tipos de pavimentos de concreto, cita-se o *whitetopping.* Conforme Balbo (2009), o pavimento de concreto do tipo *whitetopping* é composto por uma nova camada de revestimento de um antigo pavimento asfáltico de concreto, que poderá ser em pavimento de concreto simples (PCS), pavimento de concreto armado (PCA), pavimento de concreto com armadura contínua (PCAC), pavimento de concreto protendido (PCPRO) ou pavimento de concreto pré-moldado (PCPM), de acordo com os respectivos padrões construtivos dessas soluções.

Jayakesh e Suresha (2018) complementam que o termo *whitetopping* refere-se à construção de uma camada de concreto de cimento Portland sobre um pavimento asfáltico existente. É uma técnica de reabilitação usada para resolver problemas no pavimento asfáltico como fissuras, fendas, ranhuras e rachaduras (HUNGRIA *et al.*, 2020). A qualidade e a resistência da ligação entre as camadas dependem tanto da preparação da superfície, da textura da superfície e da mistura asfáltica (IRC, 2008).

O pavimento *whitetopping* é classificado em três subcategorias, que variam conforme sua espessura: *whitetopping* convencional (> 200 mm), *whitetopping* fino (entre 100 a 200 mm) e *whitetopping* ultrafino (entre 50 a 100 mm) (JAYAKESH; SURESHA, 2018).

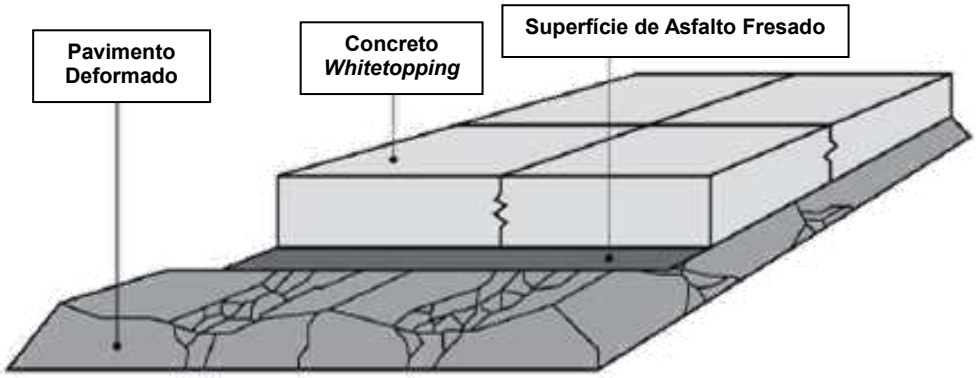
O pavimento *whitetopping* ultrafino que recebe a sigla de UTW é a mais recente técnica para recapeamento de pavimentos asfáltico devido ao seu baixo custo de construção (LI; VANDENBOSSCHE, 2013). O pavimento UTW apresenta um menor espaçamento entre as juntas e a camada de ligação, reduzindo as tensões de flexão em comparação com *whitetopping* convencional e fino. O UTW foi formulado para estradas de baixo volume, cruzamentos, ruas urbanas, áreas de estacionamento, entre outros (IRC, 2008). A mão de obra desempenha um papel importante para garantir que o pavimento UTW apresente maior resistência de ligação entre o substrato e a camada de sobreposição (JAYAKESH; SURESHA, 2018).

Maschio (2016) aponta como vantagem do uso deste tipo de pavimento o fato de não promover aquaplanagem, melhorar a visibilidade por reflexão, a economia de energia elétrica, a grande durabilidade com pouca manutenção, a menor distância de frenagem e a menor absorção de calor.

Ainda, conforme o autor, o pavimento *whitetopping* tem aplicações em rodovias de tráfego intenso e pesado; corredores exclusivos, marginais e grandes avenidas; aeroportos, portos, áreas sujeitas a derramamento de combustíveis; pisos industriais, comerciais e terminais em geral.

A **Figura 8** ilustra a sobreposição de camadas ao escolher o método de recuperação utilizando-se o pavimento em concreto *whitetopping.* Percebe-se pela ilustração a presença de um pavimento flexível existente já bastante deteriorado, no qual recebe uma camada de pavimento em concreto. Como nos pavimentos de concreto simples usuais, as tensões solicitantes são combatidas tão somente pelo próprio concreto, não havendo nenhum tipo de armadura distribuída.

Figura 8 – Ilustração da sobreposição de uma camada de concreto *whitetopping*



Fonte: Adaptado de Maschio (2016).

O pavimento *whitetopping* segue as diretrizes contidas na norma do DNIT 068/2004 – ES: Execução de camada superposta de concreto do tipo *whitetopping* por meio mecânico – Especificação de serviço.

Conforme a norma, o pavimento *whitetopping* dispensa o uso de armadura distribuída. Porém, não se considera como armadura, eventuais sistemas de ligação ou de transmissão de carga entre as placas limitadas pelas juntas longitudinais e transversais e as armaduras destinadas a combater a fissuração por retração.

Esta “cobertura branca”, conforme traduzido literalmente, é aplicada em qualquer tipo de via, rodovia, portos e aeroportos com o objetivo principal de recuperação. Quando executado encaixado recebe o nome de *inlay*, o que é amplamente usado em corredores exclusivos de ônibus urbanos e *Bus Rapid Transit* (BRT) (VIAS CONCRETAS, 2024).

Normalmente, o pavimento *whitetopping* possui uma espessura de pelo menos 10 centímetros para garantir a qualidade da obra e a durabilidade daquela via.

Nesse sentido, o recapeamento com asfalto comum dura em média 5 anos, já com o emprego do pavimento em concreto do tipo *whitetopping*, o tempo de vida útil pode chegar até 30 anos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além de contar com condições naturais privilegiadas, o Porto de Imbituba tem amplas potencialidades de crescimento, pois opera, mantidas as proporções, com o mesmo dinamismo dos portos de referência nacional como o Porto de Santos/SP. A produtividade voltada para as operações de carregamento e descarga dos navios merece destaque e faz com que haja maiores investimentos na infraestrutura portuária.

A avaliação das condições do pavimento asfáltico em uso pelo Porto de Imbituba é necessária para garantir a excelência nas operações. Um melhor desempenho das vias internas garante à operação de carregamento e descarregamento um melhor fluxo no transporte de cargas e contribui para melhoria nos níveis de serviço e na eficiência do Porto.

Dado o cenário apresentado, a execução de pavimento rígido do tipo *whitetopping* é uma opção viável para o Porto de Imbituba. Diferente de outros métodos construtivos, possui fácil execução e instalação, não gera gastos com demolição, sendo eficaz para ser adotado como proposta de solução para as vias internas deste e de qualquer outro Terminal Portuário.

REFERÊNCIAS

BALBO, José Tadeu. **Pavimentos de concreto.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 068/2004 – ES.** Pavimento Rígido – Execução de camada superposta de concreto do tipo whitetopping por meio mecânico – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006.

HUNGRIA, Ricardo *et al.* Evaluation of novel jointless engineered cementitious composite ultrathin whitetopping (ECC-UTW) overlay. **Construction and Building Materials**, n. 265, 2020.

IRC: SP-76. **Tentative Guidelines for Conventional, Thin and Ultrathin Whitetopping**. 2008.

JAYAKESH, K.; SURESHA, S. N. Experimental investigation of interface treatment technique on interface shear bond fatigue behavior of Ultra-Thin Whitetopping. **Construction and Building Materials**, n. 161, 2018, p. 489-500.

LI, Z; VANDENBOSSCHE, J. M. Redefining the failure mode for thin and ultra-thin whitetopping with 1.8-m by 1.8-m (6-x 6-ft) joint spacing. **Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board,** v. 3, n. 2368, 2013, p.133-144.

MASCHIO, Alexandre. **Whitetopping – Execução com pavimentadora de formas deslizantes.** SETEP Construções. 2016.

PORTO DE IMBITUBA. **Estatísticas.** SCPAR Porto de Imbituba. Disponível em: https://portodeimbituba.com.br/obra/estatisticas/. Acesso em: 18 out. 2024.

_____. **Manutenção das vias.** SCPAR Porto de Imbituba. Disponível em: https://portodeimbituba.com.br/obra/manutencao-das-vias/. Acesso em: 18 ago. 2014.

_____. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ).** SCPAR Porto de Imbituba. Disponível em: https://portodeimbituba.com.br/. Acesso em: 18 ago. 2014.

PRESTEX. **Conheça os 5 principais modais de transporte de carga no Brasil.** 2019. Disponível em: https://www.prestex.com.br/blog/modais-de-transporte-de-carga-no-brasil-conheca-os-5-principais. Acesso em: 18 ago. 2024.

VIAS CONCRETAS. **Concreto sobre pavimento asfáltico.** Tecnologia / Whitetopping. Disponível em: https://viasconcretas.com.br/tecnologia/whitetopping/. Acesso em: 26 ago. 2024.

WANKE, Peter; FLEURY, Paulo Fernando. **Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil.** Capítulo 12. Brasília: IPEA, 2006.