

**Helena Inácio de Abreu**  
UNISUAM

**Leonardo Reis dos Santos**  
UNISUAM

**Rachel Cristina Santos Pires**  
UNISUAM

## RESUMO

O presente artigo vem abordar as manifestações patológicas em pavimentação asfáltica vistas geralmente pavimentação de estradas, que é uma das áreas mais exigentes, e necessidade de um maior cuidado, pois a estrada mal construída pode acarretar dezenas de problemas no futuro, prejudicando assim as pessoas que dependem daquela estrada para se locomover. Desta forma, é essencial que se escolham materiais de qualidade em sua construção. A pavimentação asfáltica tem uma importante função estrutural, ela deve resistir às forças impostas pelo tráfego, além da própria natureza, devendo ser construída como uma boa condição de rolamento, desses materiais é importante que camada que constitui o pavimento tenha um bom revestimento. Existe a necessidade de criação da rede de Estradas, quando necessária a passagem de um ponto para outro, e quando esta é de extrema necessidade para a vida das pessoas, sendo a mesma economicamente viável. A pavimentação asfáltica atualmente já é considerada como uma das mais utilizadas em todo mundo, devido a praticidade do seu uso, e a forma em que a mesma possa ser aplicada, esse tipo acarreta um preço baixo além de deter uma bela estética melhor. Desta forma o artigo abordará o conceito de pavimentação, de pavimentação asfáltica, dos tipos de asfalto e revestimentos que podem ser usados, analisar as possíveis causas e origens das manifestações patológicas que ocorrem nas estradas pelo uso de materiais de baixa qualidade, além da necessidade de uso de equipamentos bons para uma melhor durabilidade do asfalto.

**Palavras-chave:** Pavimentação; Asfalto; Manifestações Patológicas.

## INTRODUÇÃO

A necessidade de utilização de materiais de qualidade para a pavimentação de estradas, é de extrema necessidade para a engenharia civil.

O ser humano tem a todo momento estar em deslocamento entre dois pontos, seja indo trabalhar, estudar, ou por lazer, o que se gerou a necessidade da construção dos caminhos e conseqüentemente de mais

estradas, esta possibilitou o desenvolvimento da pavimentação como se observa atualmente.

Desta forma para a elaboração de um projeto de estrada pavimentada, existem dezenas de fatores que devem ser levados em conta, através da realização de estudos geométricos e geotécnicos para a construção de uma estrutura, para que possa assim saber se o leito de uma estrada pode receber uma boa aplicação dos materiais, em sua disponibilidade, destes materiais podendo ser entre químico ou terroso, para afim de saber seu custo operacional, de preferência que seja menor para a construção da estrada.

Para a construção de um pavimento tem que se saber a procedência dos materiais, até daqueles que formam as camadas do pavimento, e do subleito e daqueles que possam ter qualquer tipo de interferência na construção de: aterros, drenos, acostamentos ou cortes.

A pavimentação asfáltica tem que apresentar uma boa resistência para que a mesma possa suportar o peso de automóveis, carretas, tratores, entre outros pesados.

Os pavimentos asfálticos são entendidos como os que recebem um revestimento que é composto de uma mistura constituída de agregados e ligantes asfálticos. São formados por quatro camadas principais, que são delimitadas como os revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. Desta forma o revestimento asfáltico é composto por uma camada de rolamento, está que está em contato direto com as rodas dos automóveis, assim como das outras camadas intermediárias ou as de ligação, que são denominadas de binder, que significa ligante asfáltico (BERNUCCI et al, 2010).

Segundo Balbo (2007), pontua a necessidade de que as superfícies devem se tornar mais regulares, e aquele local ter um melhor conforto para passagem do veículo, sendo uma superfície mais aderentes, com mais segurança. Desta forma o pavimento é composto por camadas que são sobrepostas de diferentes materiais compactados, para que assim a partir do subleito, se adeque estruturalmente e operacionalmente o tráfego, de forma durável e ao mínimo custo possível, considerando o serviço de manutenção e reabilitação obrigatórias.

O manual DNIT (2006), delimita que o Pavimento de uma rodovia é a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semiespaço considerado teoricamente como infinito - a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito. O subleito, limitado assim superiormente pelo pavimento, deve ser estudado e considerado até a profundidade onde atuam, de forma significativa, as cargas impostas pelo tráfego. Em termos práticos, tal profundidade deve situar-se numa faixa de 0,60 m<sup>2</sup> 1,50 m. O pavimento, por injunções de ordem técnico-econômicas é uma estrutura de camadas em que materiais de diferentes resistências e de formalidades são colocadas em contato resultando daí um elevado grau de complexidade no que respeita ao cálculo de tensões e

deformações e atuantes nas mesmas resultantes das cargas impostas pelo tráfego.

Os pavimentos são compostos por vários tipos de camadas e de espessuras finitas, tendo por principal função resistir aos impactos ocasionados pelo tráfego de veículos e ao próprio clima do local, além de serem formas de auxílio para o melhoramento das condições do rolamento da estrada, concedendo mais segurança, conforto e economia aos usuários (SENÇO, 1997).

Os pavimentos, de uma forma geral, são classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos. Pavimento Flexível, é aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Um exemplo típico, é um pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhosos, revestida por uma camada asfáltica (MAIA, 2019).

Pavimento Semi-rígido, caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica. – Rígido: aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Um exemplo típico, é um pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland DNIT (2006).

Segundo Senço (2001) pavimento é a estrutura construída do uso de terraplanagem que é destinada para ser uma econômica. A principal fonte é ser uma melhoria das condições do rolamento podendo a mesma variar quanto a sua espessura, e aos materiais utilizados e com a própria função que a via poderá exercer.

A problemática do tema se dá a respeito das patologias que podem gerar no asfalto com o uso de materiais de baixa qualidade, e que na maioria das vezes, não decorrem apenas por um fator, mas sim de um conjunto de problemas que causam prejuízos para todo o asfalto, gerando patologias e destruindo a estrada, além de causar grande um impacto na estética da estrada, deixando o mesmo com dezenas de problemas, e estes em algumas circunstâncias ocasionam graves acidentes.

Caso a estrada esteja danificada significa que foram usados pavimentos de baixo custo, pois a vida útil dos mesmos é menos de um terço da vida útil normal dos pavimentos, no dimensionamento, acabam sendo deteriorados mais rápido. A utilização de material de baixa qualidade acarreta ainda mais gastos de dinheiro, pois vai se ter que se refazer a estrada.

O tema é bastante relevante para a construção civil, além de ser de interesse de toda a sociedade, uma vez que as estradas são vias públicas pertencentes ao povo, desta forma apresenta alto interesse para a engenharia civil, o tema é atual e relevante ao trabalho do engenheiro, que coloca em pratica todo seu conhecimento para se obter um sucesso na

construção de estradas, o tema é um pouco escasso de material, visto que apenas autores renomados delimitam o tema.

Sendo assim, justifica-se a importância deste trabalho se baseando na doutrina e em estudo acerca de pavimentação asfáltica, visando assim expor seus objetivos e suas formas de solução de problemas, delimitando assim quais pontos devem ser mudados para a recuperação de estradas que apresentem algum tipo de patologia.

O trabalho traz como Metodologia, uma pesquisa exploratória em relação aos seus objetivos e as técnicas usualmente utilizadas nesta tipificação.

Para Gil (2008), “habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso. Procedimentos de amostragem e técnicas quantitativas de coleta de dados não são costumeiramente aplicados nestas pesquisas”.

Serão utilizados como instrumentos técnicos para coleta de dados: O uso da pesquisa bibliográfica, consultas a sites da internet, livros, normas, artigos, monografias entre outros meios. Visando obter resultados satisfatórios através dos dados obtidos a respeito da pavimentação asfáltica.

O artigo tem como objetivo principal apresentar um estudo sobre as manifestações patológicas em pavimentação asfáltica devido ao fato de que estes interferem diretamente na qualidade da estrada, seu próprio asfalto, o que vão afetando os revestimentos que podem abrir ou ceder gerando prejuízos pela baixa qualidade de seus componentes. Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos para o estudo:

- Explicar e delimitar pavimentação e pavimentação asfáltica;
- Analisar as possíveis causas e origens das manifestações patológicas que ocorrem nas estradas pelo uso de materiais de baixa qualidade;
- Apresentar através de fotos, tabelas e gráficos dos tipos de manifestações na pavimentação asfáltica;

Retirei um tópico daqui

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Para Senço (2001), o pavimento é composto por várias camadas de espessuras finitas, e com a função de resistir aos esforços solicitantes pelo tráfego de veículos e ao clima, além de auxiliar na melhoria das condições de rolamento, com segurança, conforto e economia aos usuários.

Diante de tal conceito pode se perceber que para Balbo diz que a pavimentação se apresenta como uma superfície mais regular, onde haja melhor conforto para passagem do veículo, uma superfície mais aderente, com mais segurança para pista úmida ou molhada e uma superfície menos ruidosa, com menor desgaste ambiental nas vias urbanas e rurais, com isso fica evidente que a pavimentação é uma forma de fazer um caminho para as pessoas, fica mais que evidente a importância do asfalto para a vida humana (BALBO, 2007).

Os dois autores priorizam o uso da pavimentação como um benefício para o ser humano, como forma de comodidade ao seu deslocamento por diversas áreas.

Diante destes pontos se faz necessário abordar a conceituação da dissertação de Motta que aborda que a estruturação do pavimento é constituída por um sistema formado por várias partes, que podem sofrer deslocamentos e tensões como parte de resistir às cargas solicitantes pelos veículos e pelo clima. Ou seja, como qualquer outra estrutura de construção civil, as cargas são distribuídas de forma compatível com a resistência de cada camada do pavimento (MOTTA, 1995).

Diante da conceituação é importante abordar problemas da própria pavimentação, como enunciados pelo instituto de pesquisas tecnológicas do estado de São Paulo, que pontua que: As principais causas que geram problemas em estradas de terras são a falta de capacidade do subleito, o mau desempenho da superfície de rolamento, a deficiência do sistema de drenagem (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A., 1988).

Diante deste fato podem surgir os problemas de pista baixa, ondulações, rodeiros, excesso de pó, pista com baixa aderência buracos e as próprias erosões entre outros problemas asfálticos.

É necessário construir a estrada com bons materiais que possam ser resistentes aos impactos do peso de tudo que passa por elas e de todos os fatores corriqueiros da vida.

Tem-se por pavimento uma estrutura de múltiplas camadas de determinadas espessuras, construída sobre uma obra de terraplanagem finalizada, com finalidade técnica e econômica, além de resistir aos esforços provenientes do clima e principalmente do tráfego, a fim de proporcionar conforto aos usuários, melhoria das condições de rolamento, economia e segurança (BERNUCCI et al., 2010).

## **Patologias em estradas**

A utilização de materiais de boa qualidade para a pavimentação de estradas é acompanhada da própria necessidade de se ter um bom planejamento para a execução da pavimentação asfáltica, deve ser feito um estudo do solo e toda uma preparação para aquele solo receber o material asfáltico, para que assim não surja nenhum tipo de patologia na estrada. Desta forma pode se observar nas figuras abaixo elencadas, patologias que são ocasionadas diante do mau planejamento da estrada e a má avaliação do solo que a mesma foi construída (MARQUÊS, 2006).

As figuras a seguir representam os tipos mais comuns de fendas, estas que são as trincas chamadas de couro de jacaré ou pele de crocodilo, podem surgir as trincas em blocos, trincas transversais, as trincas isoladas de retração, longitudinais, e trincas de bordo.

As trincas no revestimento asfáltico são classificadas em FC-1, FC-2 ou FC-3, dependendo de sua “abertura” e severidade, que as mesmas apresentem como podemos observar na figura 1.

**Figura 1:** Estrada antes da pavimentação



**Fonte:** Arquivo Pessoal (2019)

As Trincas são consideradas como um dos tipos de patologias mais comuns do asfalto, que causam toda a ruptura do pavimento, o trincamento gerado pela fadiga do revestimento, também chamado de “couro de jacaré”, que ocorre devido a tensões de tração (Figura 2).

**Figura 2:** Fendas do tipo couro de jacaré

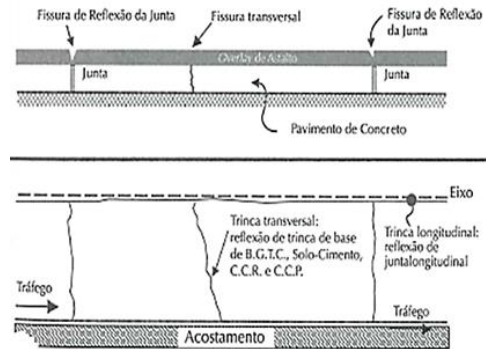


**Fonte:** Bernucci, et al (2010)

Conforme a figura 3, as trincas do tipo couro de jacaré são aquelas que são caracterizadas como o conjunto de trincas de forma longitudinais paralelas. Elas representam o estágio avançado de fadiga. A figura 3 representa uma forma isolada.

A figura 3 representa o quanto as trincas se expandem de forma rápida, se tornado blocos, onde o asfalto abre e continua aumentando cada vez, e com o tempo e as trincas se interligam ficando com um aspecto que parece de pele de crocodilo.

**Figura 3:** Esquema de uma trinca isolada (a)



**Fonte:** Bernucci et al (2010)

A patologia pode se tornar progressiva, indo para as outras camadas do asfalto, afetando da base do pavimento.

As trincas que se formam devido as fadigas são consideradas como: isoladas ou interligadas. E as que não são causadas por fadiga são: isoladas ou em bloco (Figura 4).

**Figura 4:** Trinca em bloco



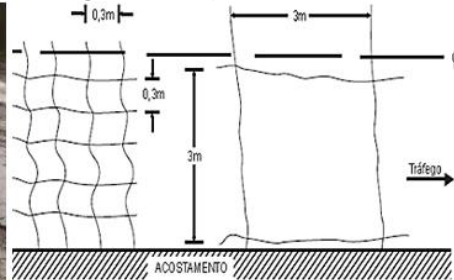
**Fonte:** Dynatest (2017)

As figuras 5 e 6 representam as trincas em blocos, as mesmas já apresentam uma abertura muito grande, o que representa que a patologia está cada vez mais fundas, já não há como recuperar o asfalto.

**Figura 5:** Trincas no pavimento asfáltico **Figura 6:** Esquema da trinca de bloco (a)



**Fonte:** Bernucci et al (2010)

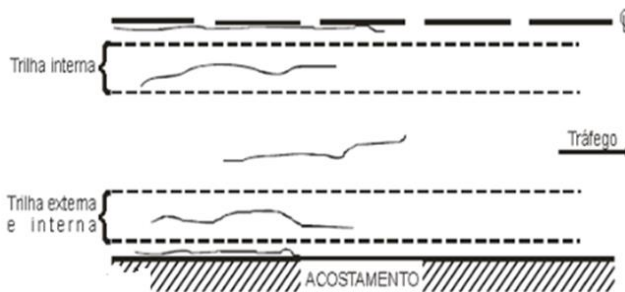


**Fonte:** Bernucci et al (2010)

Essas trincas em bloco são formadas por causa da retração do revestimento asfáltico, e por outros fatores, como os que são gerados por tipos de temperaturas diárias que geram a secura do local. A sua formação é uma exposição de que o asfalto sofreu um forte endurecimento por causa de sua oxidação ou volatilização dos maltenos, que são menos flexíveis. Na maioria das vezes tem a forma de retângulo (RIBEIRO, 2017).

As trincas longitudinais decorem e a parecem de formas isoladas e são formadas de forma mais aproximada de paralelas ao eixo do pavimento, conforme as figuras 7 e 8, são chamadas de longitudinais curtas (RIBEIRO, 2017).

**Figura 7:** Esquema de trinca longitudinal



**Fonte:** Bernucci et al (2010)



**Figura 8:** Trincas longitudinais



Fonte: DNIT (2003)

As trincas longitudinais ditas como longas são aquelas que apresentam o comprimento maior que 1 metro de extensão. Nota-se que há necessidade de fazer uma avaliação do pavimento, para saber quais as medidas que podem ser tomadas para o conserto do asfalto (DNIT, 2006).

É necessário avaliar se existirá a possibilidade da troca de toda Pavimentação, por isso a necessidade da realização de um estudo do solo, para determinar qual será a necessidade para recuperar aquele local e o que o pavimento existente precisa, ou se apenas com uma simples manutenção podem ser consertados os pequenos defeitos apresentados, ou se realmente terá que ser feita a reconstrução total do pavimento do local (ROSSI, 2017).

Provavelmente depois da análise do pavimento naquele local, será necessário realizar uma fresagem. Por ser tratar conforme as fotos um pavimento muito prejudicado e com pouca manutenção, a mesma será realizada em todo o pavimento existente para a reconstrução do novo (GONÇALVES, 1999).

## **ESTUDO DE CASO**

O estudo como citado acima traz o estudo das manifestações patológicas de pavimentação das estradas, porém é de suma importância compreender o que é uma pavimentação e a pavimentação asfáltica, ou seja, a pavimentação aplicada nas estradas.

As estradas recebem um fluxo grande de veículos sendo de diversos portes, por isso a importância da sua qualidade para não gerar rachaduras ou aberturas, entre outros problemas. Esses veículos são constantes e de alta velocidade, desta forma os cuidados devem ser relevantes tendo em vista a segurança dos motoristas.

### **Delimitar Pavimentação e Pavimentação Asfáltica**

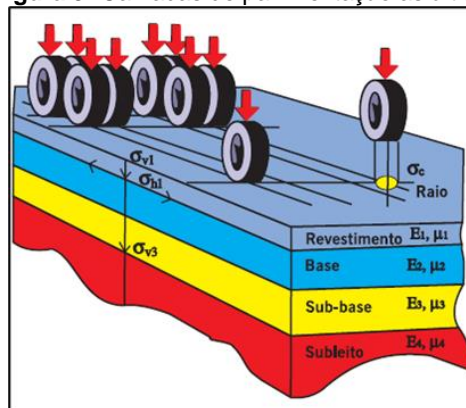
A pavimentação é utilizada para suportar o tráfego de veículos e o clima, recebendo chuvas e sol constantemente conseguindo suportar sem ter complicações como enfatiza os autores Bernucci et al (2010), a pavimentação

é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhorias nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança, ou seja, a pavimentação deve gerar especialmente um conforto e segurança para os motoristas e todos os usuários de uma pista, tendo em vista que uma estrada conservada terá sempre usuários e sua manutenção deve ser prioridade para as empresas responsáveis.

Entretanto, a pavimentação pode ter três tipos o pavimento rodoviário classifica-se tradicionalmente em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis, os pavimentos de concreto-cimento são aqueles em que o revestimento é uma placa de concreto de cimento Portland e por último os pavimentos asfálticos são aqueles em que o revestimento é composto por uma mistura constituída basicamente de agregados e ligantes asfálticos (BERNUCCI et a, 2010).

A pavimentação asfáltica é composta por quatro camadas principais como o revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito visto na figura 9. O revestimento pode ser formado por camada de rolamento tendo contato direto com as rodas dos veículos e por camadas intermediárias ou de ligação, onde dependendo dos materiais disponíveis ou fluxo de veículos pode haver ausência das camadas. As camadas da estrutura repousam sobre o subleito, ou seja, a plataforma da estrada terminada após a conclusão dos cortes e aterros (BERNUCCI et a, 2010).

**Figura 9:** Camadas de pavimentação asfáltica.



Fonte: Albernaz (1997)

## Prevenção e a Manutenção das Estradas

Prevenção sempre é a melhor escolha quando se trata de pessoas, nas estradas passam diversas vidas e é fundamental haver uma prevenção e manutenção para que haja segurança no dia a dia dos usuários.

Portanto, materiais de baixa qualidade pode gerar diversos problemas na pavimentação asfáltica das estradas, podendo promover

problemas e riscos de vidas para os usuários. Uma pesquisa feita para CNT em 2004 aponta que a qualidade do pavimento está estabilizada com aproximadamente de 55% de regular/ruim/péssimo. Ou seja, riscos para os usuários das estradas.

A falta de qualidade dos materiais ou a diminuição dos materiais na aplicação da pavimentação, faz promover buracos, rachaduras, trincas, entre outros como citados anteriormente no estudo.

## CONCLUSÃO

A pavimentação asfáltica tem o objetivo de resistir pesos e alto fluxo de veículos sendo utilizado nas estradas como visto no estudo oferecendo condições de conforto e segurança para os usuários. Entretanto, a sua aplicação nem sempre é seguida como se deve, acontecendo ausência de uma das camadas da pavimentação ou má qualidade nos materiais utilizados.

Sendo quatro camadas de pavimentação, muitas vezes tem um alto custo atingindo a parte econômica do local, esse resultado é possível ver nas trincas ou buracos que acontece no período de chuvas ou um alto fluxos de veículos em um determinado local.

Por isso, a pavimentação asfáltica gera diversos problemas e suas soluções são possíveis. As duas principais soluções apontadas no estudo acontecem na qualidade dos materiais no momento da pavimentação e também na manutenção das estradas por isso a suma importância promovendo condições de rolamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERNAZ, C. A. V. **Método simplificado de retro análise de módulos de resiliência de pavimentos flexíveis a partir da bacia da deflexão.** Dissertação (Mestrado) ±Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

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

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J.B. **Pavimentação Asfáltica – formação básica para engenheiros.** 3ª ed. Imprinta. Rio de Janeiro, 2010.

DNIT TER-005. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia.** Rio de Janeiro, 2003.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **Manual de pavimentação.** 30ª Edição. Rio de Janeiro, 2006.

DYNATEST. **Tipos de Patologia do Asfalto em Rodovias**. 2017. Disponível em:< <http://dynatest.com.br/tipos-de-patologia-do-asfalto-em-rodovias/>>. Acesso em: 20-10-2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, Fernando Pugliero. **O Diagnóstico e a Manutenção dos Pavimentos**. Notas de aulas, 1999.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. 1988. Disponível em: <[www.al.sp.gov.br/.../Acessorio/2178932\\_38\\_0001\\_2001\\_2178932](http://www.al.sp.gov.br/.../Acessorio/2178932_38_0001_2001_2178932)>. Acesso: 22-10-2018.

MAIA, V. **Obras Rodoviárias – Pavimentação**. 2019. Disponível em:< <https://maquinadeaprovacao.com.br/engenharia/obras-rodoviaras-pavimentacao/>>. Acesso: 10-02-2020.

MARQUÊS, G. L. de O. Pavimentação –TRN 032. Laboratório de Pavimentação – UFJF, 2006.

MOTTA, L. M. G. **Considerações a respeito de pavimentos e tráfegos em vias urbanas**. In: Reunião de Pavimentação Urbana. Santos. Anais. 6ª. 1995.

RIBEIRO, T. P. Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 733-754, 2017.

ROSSI, Ana Carolina. **Etapas de uma Obra de Pavimentação e Dimensionamento de Pavimentação para uma Via na Ilha do Fundão**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio de Janeiro – RJ, 2017.

SENÇO, W. de. **Manual de Técnicas de Pavimentação. Volume 1**, Ed. Pini, São Paulo, 1997.

SENÇO, W. de. **Manual de Técnicas de Pavimentação. Volume 2**, Ed. Pini, São Paulo, 2001.