PET
ENGENHARIA CIVIL - UNIJUÍ

PEC
Pesquisa em Engenharia Civil

UNIJUÍ
UNIVERSIDADE REGIONAL

AVALIAÇÃO LABORATORIAL DA UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO (AREIAS) DE FUNDIÇÃO NO CONCRETO ASFÁLTICO CONVENCIONAL

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Pesquisa em Engenharia Civil

Componentes:

Emmanuelle S. Holdefer Garcia – Bolsista PET
Janaína Pizutti – Bolsista PET
Ricardo Zardin Fengler – Bolsista PET
Anna Paula Sandri Zappe – Voluntária PET
Felipe Dacanal dos Anjos – Voluntário PET

Orientador:

Prof. José Antônio Santana Echeverria, Mestre

UNIJUÍ UNIVERSIDADE REGIONAL

VIVER APRENDER TRANSFORMAR

Pesquisa em Engenharia Civil

- Introdução
- Objetivos
- Fundamentação Teórica
- Materiais e Métodos
- Referências Bibliográficas

Pesquisa em Engenharia Civil

Introdução

De acordo com dados da Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos Sólidos (ABETRE) (2013) apenas 22% dos resíduos industriais gerados têm destinação correta, sendo que 16% desses resíduos vão para o aterro, 1% são incinerados e somente 5% são co-processados, transformando-se assim em combustíveis para a indústria de cimento. Os 78% restantes acabam sendo despejados diretamente na natureza de maneira irregular.

Pesquisa em Engenharia Civil

Introdução

- **TEMA**

Dosagem de concreto asfáltico usinado a quente (CAUQ) com incorporação de resíduo.

- **DELIMITAÇÃO DO TEMA**

Avaliação laboratorial da utilização de resíduos de fundição na dosagem do concreto asfáltico.

- **FORMULAÇÃO DO PROBLEMA**

O aproveitamento dos resíduos (areias de fundição), quando incorporados em substituição parcial ao agregado mineral no concreto asfáltico usinado a quente, garantem as exigências técnicas normativas brasileiras para misturas asfálticas?

Pesquisa em Engenharia Civil

Objetivos

OBJETIVO GERAL

Analisar através da utilização de ensaios laboratoriais de resistência mecânica e parâmetros de dosagem a alteração nas propriedades de concreto asfáltico em virtude da incorporação de teores de areias de fundição em substituição parcial ao agregado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

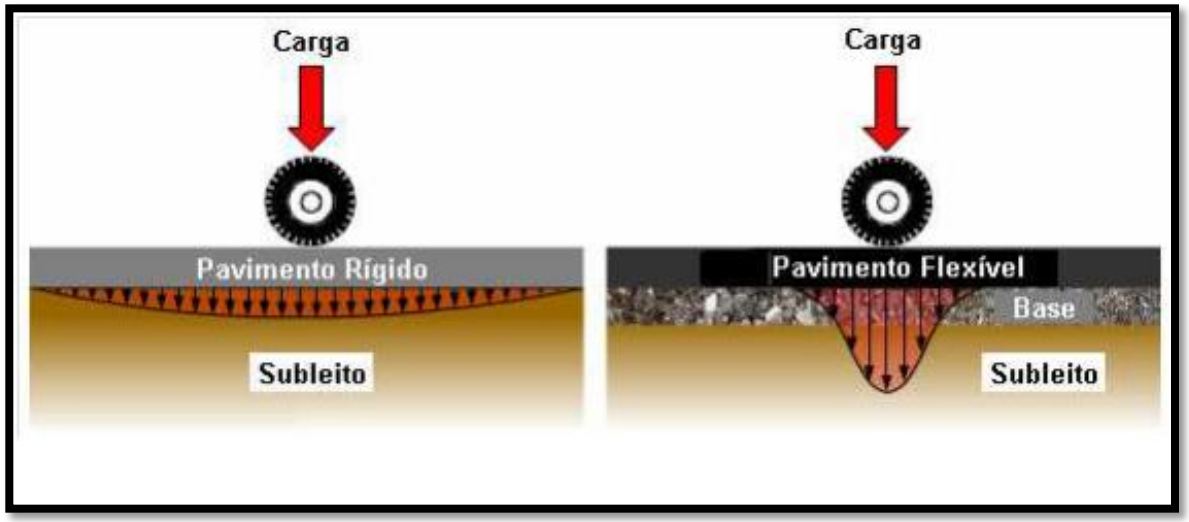
Após moldagem dos corpos de prova de acordo com a metodologia Marshall, serão realizados ensaios laboratoriais como:

- Resistência à tração por compressão diametral (Rt)
- Ensaio de módulo de resiliência (Mr)
- Metodologia Lottman Modificada
- Abrasão Los Angeles

Fundamentação Teórica

CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO

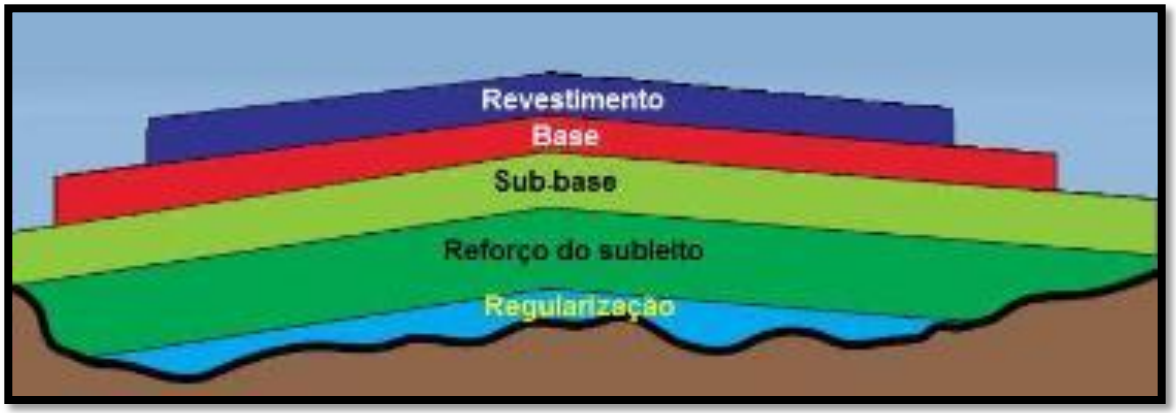
Na prática da engenharia existem dois tipos de pavimentos: os rígidos e os flexíveis.



Fundamentação Teórica

- **CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO**

Cada camada do pavimento possui uma ou mais funções específicas, que devem proporcionar aos veículos as condições adequadas de suporte e rolamento em qualquer condição climática.



Fundamentação Teórica

- **REVESTIMENTO ASFÁLTICO OU CAMADA DE ROLAMENTO**

Chama-se revestimento, a camada destinada a resistir diretamente às ações dos veículos e a transmitir as tensões resultantes desse processo de forma minimizada para as camadas abaixo, além de garantir segurança e conforto aos usuários que nela trafegam. Constituindo-se, basicamente, de agregados e ligante asfáltico.

Fundamentação Teórica

- **MATERIAIS CONSTITUINTES DO PAVIMENTO**

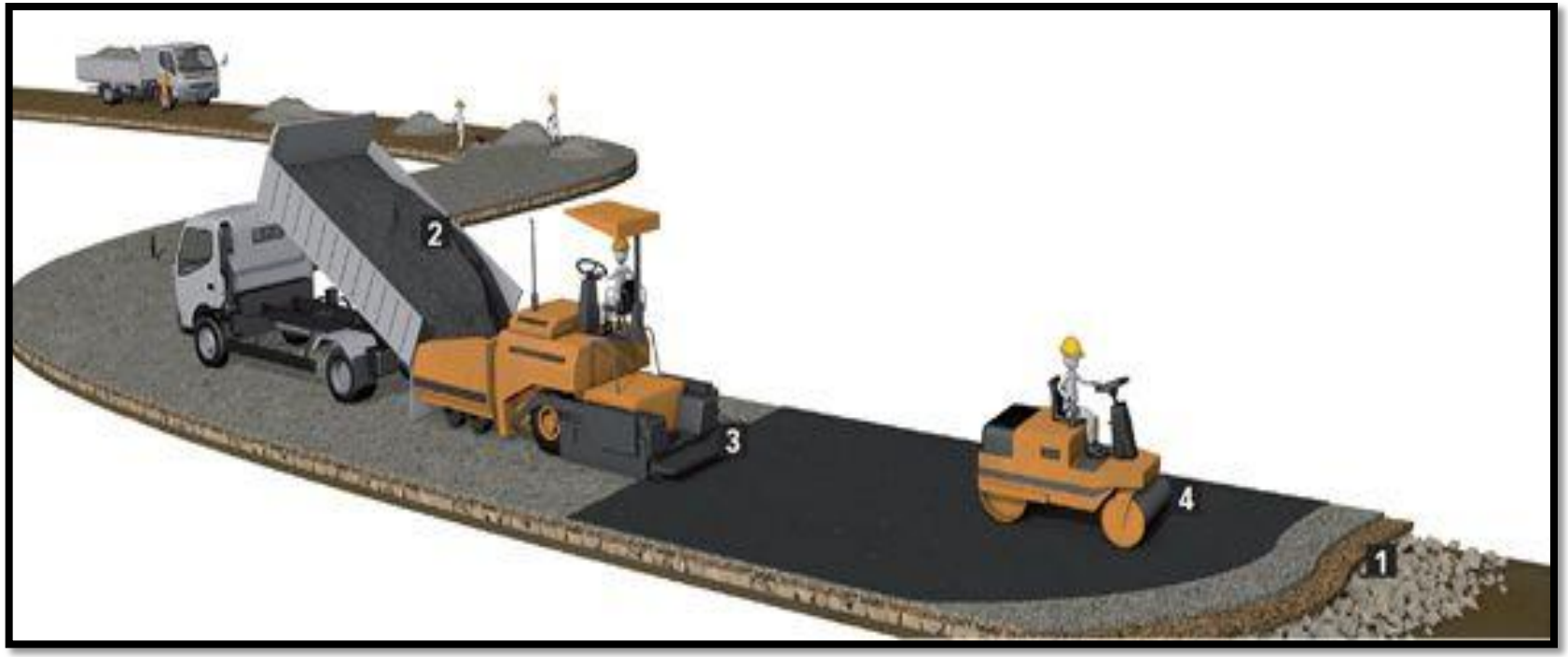
CAP 50/70_

Fundamentação Teórica

MISTURAS USINADAS A QUENTE

Este procedimento geralmente se realiza em usina estacionária, o mesmo, posterior processo é transportado por caminhão para a pista, onde é lançado por equipamento apropriado, denominado vibro acabadora. Em seguida a mistura é compactada, de modo a atingir um grau de compressão tal que resulte num arranjo estrutural estável e resistente, tanto às deformações permanentes quanto às deformações elásticas repetidas devido à passagem do tráfego.

Pesquisa em Engenharia Civil



Fundamentação Teórica

- **CONCRETO ASFÁLTICO (CA ou CAUQ)**

O concreto asfáltico é a mistura asfáltica muito resistente em todos os aspectos, desde que adequadamente selecionados os materiais e dosados convenientemente. Pode ser:

- Convencional: CAP e agregados aquecidos, segundo a especificação DNIT-ES 031/2004;

- Especial quanto ao ligante asfáltico: com asfalto modificado por polímero ou com asfalto-borracha.

Fundamentação Teórica

DOSAGEM DO CONCRETO ASFÁLTICO

O método de dosagem mais usado mundialmente faz uso da compactação por impacto e é denominado método Marshall em referência ao engenheiro Bruce Marshall que o desenvolveu na década de 1940. O método de dosagem Marshall de misturas asfálticas (DNER-ME 043/95) ainda é o mais utilizado no país. Foi concebido no decorrer da 2ª Guerra Mundial como um procedimento para definir a proporção de agregado e ligante capaz de resistir às cargas de roda e pressão de pneus das aeronaves militares. (BERNUCCI et al. 2008)

Fundamentação Teórica

DOSAGEM MARSHALL

A moldagem dos corpos de prova (CP's) através da metodologia Marshall deverá decorrer da seguinte forma: os agregados deverão ser aquecidos até que atinjam a temperatura de mistura, quando atingirem, misturam-se os agregados com o ligante asfáltico, previamente aquecido conforme especificado em norma. Decorrido este processo, a mistura é colocada em uma estufa calibrada na temperatura de compactação, onde repousará por 2 horas e, em seguida, moldam-se os CP´s por compactação a quente, dentro de moldes cilíndricos metálicos, normatizados.

Posterior a este processo, os CP´s ficam sem condicionamento durante o período de 24 horas e decorrido este período os mesmos são desmoldados, suas circunferências medidas e pesadas em balança de precisão. Na prensa Marshall, os CP´s serão rompidos à compressão e os valores mecânicos de estabilidade e fluência obtidos.

Pesquisa em Engenharia Civil

Fundamentação Teórica

RESÍDUOS SÓLIDOS

A Lei nº 12.305/10 do Ministérios do Meio Ambiente prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos.

- Classificação conforme origem: Resíduo Industrial - São originados dos processos industriais. Possuem composição bastante diversificada e uma grande quantidade desses rejeitos é considerada perigosa. Podem ser constituídos por escórias (impurezas resultantes da fundição do ferro), cinzas, lodos, óleos, plásticos, papel, borrachas, etc.

Fundamentação Teórica

- **RESÍDUOS SÓLIDOS**

- Classificação conforme norma NBR 10004:2004

  Para os efeitos desta Norma, os resíduos são classificados em:

Resíduos classe II – Não perigosos- São exemplos de resíduos não perigosos materiais como: resíduo de restaurante (restos de alimentos), resíduo de madeira, sucata de metais ferrosos, resíduo de materiais têxteis, sucata de metais não ferrosos (latão etc.), resíduos de minerais não-metálicos, resíduo de papel e papelão, areia de fundição, resíduos de plástico polimerizado, bagaço de cana e resíduos de borracha.

Fundamentação Teórica

AREIAS DE FUNDIÇÃO

A moldagem em areia, apesar de sua origem remota, é ainda hoje o processo mais utilizado para a obtenção de peças metálicas fundidas.

Nos Estados Unidos, por exemplo, para cada tonelada de metal fundido é gerada uma tonelada de areia de fundição residual, um número extremamente alto, mas que segue os mesmos princípios no Brasil em que não há tanto investimento na melhoria desta prática.

Segundo Siegel et al. (1982), a fundição de uma peça metálica pode ser resumida, em síntese, em moldagem, macharia, fusão, vazamento, desmoldagem e rebarbação – limpeza.

As areais utilizadas neste trabalho serão: Areia Verde (processo de moldagem), Macharia, IMF e Pó do Exaustor.

Pesquisa em Engenharia Civil

Materiais e Métodos

CLASSIFICAÇÃO DOS AGREGADOS

Todos os agregados utilizados na pesquisa foram coletados, transportados e estocados conforme diretrizes da norma DNER-PRO 120/97.

Materiais e Métodos

- **MISTURAS REALIZADAS**

Inicialmente serão realizadas 4 misturas que terão substituição da ordem de 5% (cinco por cento) para cada uma das areias em análise (Pó do Exaustor, Macharia, IMF e Areia Verde), 15% de brita ¾”, 29% de brita 3/8”, 50% de pó de pedra e 1% de cal.

E tendo como traço referência 10% de brita ¾”, 25% de brita 3/8”, 65% de pó de pedra.

A cal adicionada na mistura será a cal calcita, provinda do estado de Minas Gerais e doada por antigos acadêmicos do curso.

Materiais e Métodos

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

As peneiras adotadas para execução da granulometria seguem a norma do DNIT – ES 031/2006 e enquadramento na faixa C, adotara-se peneiramento manual de todos os componentes da mistura, garantindo assim a não discrepância de dados, o processo de peneiramento seguirá especificações da DNER – ME 080/1994.

Pesquisa em Engenharia Civil

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 ½"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
¾"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
½"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
N° 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
N° 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
N° 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
N° 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
N° 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2(+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

Materiais e Métodos

RESISTÊNCIA À ABRASÃO

Durante o processo de manuseio e execução de revestimentos asfálticos, os agregados estão sujeitos à abrasão, estes materiais devem apresentar habilidade para resistir a quebras, degradação e desintegração (BERNUCCI et al. 2008).

O ensaio mais comum realizado para este tipo de especificação segue as diretrizes da norma DNER-ME 035/98 – Agregados: Determinação da Abrasão Los Angeles.

Materiais e Métodos

ADESIVIDADE AO LIGANTE ASFÁLTICO

O efeito da água em separar ou descolar a película de ligante asfáltico da superfície do agregado pode torná-lo inaceitável para uso em misturas asfálticas.

O método de ensaio com ampla utilização por ser de fácil entendimento é o Lottman Modificado, descrito na norma AASHTO T 283.

Materiais e Métodos

SANIDADE

A característica de sanidade é observada quando um agregado que inicialmente apresentava como característica boa resistência, acaba por sofrer desintegração química quando exposto às condições ambientais do pavimento.

A característica de resistência à desintegração química é quantificada através de ensaio que consiste em atacar o agregado com solução saturada de sulfato de sódio ou de magnésio, em cinco ciclos de imersão com duração de 16 a 18 horas, à temperatura de 21°C, seguidos de secagem em estufa. A perda de massa resultante desse ataque químico ao agregado deve ser de no máximo 12%. O método DNER-ME 089/94 apresenta o procedimento desse ensaio (BERNUCCI et al. 2008).

Pesquisa em Engenharia Civil

Materiais e Métodos

ENSAIO DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

Este ensaio determina a resistência à tração de corpos de prova cilíndricos de misturas betuminosas, através do ensaio de compressão diametral, conforme preconiza a DNIT-ME 126/2010.

Os corpos de prova devem ser estabilizados em temperatura de 25ºC por duas horas, após esse período, o corpo de prova é colocado na prensa entre dois frisos metálicos. Aplica-se então cargas gradativas crescentes até que esta cause a ruptura do corpo de prova.

Materiais e Métodos

MÓDULO DE RESILIÊNCIA

De acordo com DNIT-ME 135/2010, resiliência é a capacidade do material de absorver energia quando deformado elasticamente por uma carga e após o descarregamento ter parte da sua energia recuperada.

Seguindo recomendações da norma, DNIT-ME 135/2010 posiciona-se o corpo de prova na prensa, por meio de garras em suas faces extremas, ajusta-se o pistão de carga para o contato com o corpo de prova, o mesmo é fixado e seus transdutores ajustados para que o registro de carga seja percebido pelo computador.

Pesquisa em Engenharia Civil

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (ABETRE), Disponível em < http://www.abetre.org.br/ >, acesso em 16 de abril de 2014.

BALBO, José Tadeu. Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 558 p., il.

BERNUCCI, Leidi Bariani et al. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras: ABEDA, 2008. 501 p., il. color.

COUTINHO, Benedito Neto. Avaliação do reaproveitamento de areais de fundição como agregados em misturas asfálticas. 2004. 293 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Transportes) – USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 08 de Abril de 2014.

Pesquisa em Engenharia Civil

Obrigada pela atenção!

☺