



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA E CIÊNCIAS MECÂNICAS
SEMESTRE 2017/1

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Nome: Tópicos Especiais em Materiais I – Formulação e Comportamento Mecânico de Misturas Asfálticas

Carga horária: 45 horas

Créditos: 3

Professores: Breno Barra, Dr./Leto Momm, Dr

II. PRÉ-REQUISITO(S) SUGERIDO(S)

Não há.

III. EMENTA

Misturas de concreto asfáltico: materiais componentes, granulares e cimentos asfálticos; graduação granulométrica. Classificação das misturas de concretos asfálticos. Fatores que influem nos concretos asfálticos; fatores intrínsecos às misturas; fatores ambientais, temperatura, frequência, solicitação; drenabilidade, permeabilidade; formulações das misturas; teor de cimento asfáltico. Ensaio de propriedades não fundamentais: Compacidade, efeitos da água, deformação permanente (seus parâmetros influentes). Módulos do concreto asfáltico domínio viscoelástico, representação do módulo complexo: Equivalência frequência-temperatura, Cole-cole, espaço Black, isócronas, isotermas; modelos reológicos Huet-Sayegh. Fadiga dos concretos asfálticos, classificação dos ensaios de fadiga, modo de solicitação, ensaio à deformação controlada e à tensão controlada, fatores influentes na resistência à fadiga. Correspondência laboratório/campo. Desempenho estrutural das misturas do concreto asfáltico.

IV. METODOLOGIA DE ENSINO

O conteúdo programático será desenvolvido através de aulas expositivas para as aulas teóricas. Serão utilizados recursos audiovisuais nas aulas teóricas e quadro branco. As aulas práticas compreenderão visitas ao Laboratório de Desenvolvimento e Tecnologia em Pavimentação (LDTPav).

V. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A avaliação constará de três trabalhos: 01 – Seminário de tese lida (STL - 2 pontos), 02 – Trabalho: módulo complexo (TMC - 2 pontos), 03 – Trabalho fadiga (TF - 2 pontos) e uma prova final escrita (PFE - 4 pontos). A **média (M)** será calculada pela expressão:

$$M = 0,2.STL + 0,2.TMC + 0,2.TF + 0,4.PFE$$

VI. AVALIAÇÃO FINAL

Para análise da **avaliação do aproveitamento escolar e frequência** será empregado o **Capítulo III, do Título IV, da Resolução N° 05/CUn/2010**, que dispõe sobre a pós-graduação *stricto sensu* na Universidade Federal de Santa Catarina.

VII. CRONOGRAMA

Semana	Data	Conteúdo	Professor
1 ^a	10/03/17	Apresentação da disciplina. A pavimentação no contexto brasileiro e internacional.	BB/LM
2 ^a	17/03/17	Materiais componentes, granulares e ligantes	BB/LM
3 ^a	24/03/17	Deformações na estrutura dos pavimentos	BB/LM
4 ^a	31/03/17	Fatores influentes nas misturas	BB/LM
5 ^a	07/04/17	Formulações das misturas asfálticas	BB/LM
6 ^a	14/04/17	Feriado Nacional - Sexta-Feira Santa	--
7 ^a	21/04/17	Feriado Nacional - Tiradentes	--
8 ^a	28/04/17	Formulações das misturas asfálticas	BB/LM
9 ^a	05/05/17	Módulos no domínio viscoelástico	BB/LM
10 ^a	12/05/17	Módulos no domínio viscoelástico	BB/LM
11 ^a	19/05/17	Fadiga	BB/LM
12 ^a	26/05/17	Ensaio de módulo complexo e fadiga	BB/LM
13 ^a	02/06/17	Desenho estrutural das misturas	BB/LM
14 ^a	09/06/17	Seminário	BB/LM
15 ^a	16/06/17	Dimensionamento do pavimento	BB/LM
16 ^a	23/06/17	Prova final	BB/LM
17 ^a	30/06/17	Consulta e discussão das correções dos trabalhos e da prova escrita	BB/LM
18 ^a	07/07/17	Término do semestre letivo – entrega dos conceitos na secretaria do Programa	--

Legenda Professor: Breno Barra (BB), Leto Momm (LM)

Cronograma sujeito a alterações.

VIII. BIBLIOGRAFIA

^{1]} AFNOR-NF-P-98-250-2, (1993), Essais Relatif aux Chaussées - Préparation des Mélanges Hydrocarbonés, Partie 2: **Compactage des Plaques**, ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION, AFNOR.

^{2]} AFNOR-NF-P-98-250-3, (1993), Essais Relatif aux Chaussées - Préparation des Mélanges Hydrocarbonés, Partie 3: **Confection d'Éprouvettes dans un Bloc de Mélange Hydrocarboné**, ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION, AFNOR.

^{3]} AFNOR-NF-P-98-250-5, (1993), Essais Relatif aux Chaussées - Préparation des Mélanges Hydrocarbonés Partie 5 **Mesure en Laboratoire de la Masse Volumique Apparente d'un Corps au Banc Gammadensimétrique**, ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION - AFNOR.

^{4]} AFNOR-NF-P-98-253-1, (1993), Essais Relatif aux Chaussées - Déformation Permanente des Mélanges Hydrocarbonés, Partie 1: **Essai d'Orniérage**, ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION AFNOR.

^{5]} AFNOR-NF-P-98-260-1, (1993), Essais Relatif aux Chaussées, Mesure des Caractéristiques Rhéologiques des Mélanges Hydrocarbonés - Partie 2 : **Détermination du Module Complexe par Flexion Sinusoïdale**, ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION- AFNOR.

^{6]} AFNOR-NF-P-98-261-1, (1993), Essais Relatif aux Chaussées: Détermination de la Résistance en Fatigue des Mélanges Hydrocarbonés - Partie 1: **Essai par Flexion à Flèche Constante**, ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION – AFNOR.

- ⁷¹ ALIMANI, MOUSTAPHA, (1987), **Contribution à l'Étude de l'Endommagement par Fatigue des Enrobés Bitumineux**, Tese de Doutorado, l'Université Pierre et Marie CURIE, Paris.
- ⁸¹ BAAJ, Hassan, (2002), **Comportement a la Fatigue des Matériaux Granulaires Traités aux Liants Hydrocarbonés**, Thèse de Doctorat Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, p 243.
- ⁹¹ BAZIN, P.; SAUNIER, J. B., (1967), **Deformability, Fatigue and Healing Properties of Asphalt Mixes**, in Proceedings of the Second International Conference on the Structural Design of Asphalt Pavement, Ann Arbor, Michigan.
- ¹⁰¹ BODIN, DIDIER, (2002), **Modèle d'endommagement cyclique: Application à la Fatigue des Enrobés Bitumineux**, Thèse de Doctorat, École Doctorale Mécanique Thermique et Génie Civil, p 189.
- ¹¹¹ BARRA, Breno Salgado, (2009), **Avaliação da Ação da Água no Módulo Complexo na Fadiga de Misturas Asfálticas Densas**, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, p237
- ¹²¹ BROSSEAUD, Y; DELORME, J-L.; HIERNAUX, R., (1993), **Study of Permanent Deformations in Asphalt with Help of the LCPC Wheel Tracking Rutting Tester: Evaluation and Future Prospects**, in 72nd Annual Meeting of Transportations Research Board, USA.
- ¹³¹ BROSSEAUD, Y; HIERNAUX, R, (1997), **Etude de Sensibilité aux Déformations Permanentes des Bétons Bitumineux Européens et Japonais par l'Orniéreur LPC**, in Actes du Cinquième Symposium RILEM, Lyon 97, pp. 309-316.
- ¹⁴¹ CHAUVIN, J. J., (1990) - **L'Essai de Module Complexe Utilisé pour la Formulation des Enrobés**, in Mechanical Test for bituminous Mixes, Characterization, Design and Quality Control, Proceeding of the Fourth International RILEM Symposium, ed. Chapman and Hall, Londres, pp. 367-381.
- ¹⁵¹ De La ROCHE, C., (1996), **Module de Rigidité et Comportement en Fatigue des Enrobés Bitumineux, Expérimentations et Nouvelles Perspectives d'Analyse**, Thèse de Doctorat, Ecole Centrale de Paris.
- ¹⁶¹ DI BENEDETTO, H., (1990), **Nouvelle Approche du Comportement des Enrobés Bitumineux: Résultats Expérimentaux et Formulation Rhéologique**, in Proceedings of the Fourth International RILEM Symposium, Budapest, Ed. Chapman and Hall, pp. 387-401.
- ¹⁷¹ DI BENEDETTO, H.; SOLTANI, A.; CHAVEROT, P., (1996), **A Rational Approach for Fatigue Damage**, in 1st European Eurobitume And Euroasphalt Congress, Strasbourg.
- ¹⁸¹ DOAN, T. H., (1970), **Contribution à l'Étude du Comportement à la Fatigue des Bétons Bitumineux**, Thèse de Docteur-Ingénieur, Faculté des Sciences de Paris.
- ¹⁹¹ DOAN, T. H., (1977), **Les Etudes de Fatigue des Enrobés Bitumineux au LCPC**, Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées, n° Spécial V, pp 215-228.
- ²⁰¹ DOMEQ, Vincent. (2005), **Endommagement par Fatigue des Enrobés Bitumineux en Condition de Trafic Simulé et de température**, Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, p. 277.
- ²¹¹ DONGMO-ENGELAND, B.-J., (2005), **Caractérisation des Déformations d'Orniérage des Chaussées Bitumineuses**, Thèse Doctorat Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, p.263.
- ²²¹ DOUBBANEH, E. (1995), **Comportement Mécanique des Enrobés bitumineux des Petites aux Grandes Déformations**, Thèse de Doctorat, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.
- ²³¹ FRANCKEN, L. ; VANELSTRAETE, A., (1997), **Complex Moduli of Bituminous Materials: A Rational Method for the Interpretation of Test Results**, in Proceedings of The International RILEM Symposium MTBM Lyon 97: Mechanical Test for Bituminous Materials - Recent Improvements and Future Prospects, A. A. Balkema, pp. 217-224.
- ²⁴¹ FRANCKEN, L.; (1977), **Module Complexe des Mélanges Bitumineux**, in Bulletin de Liaison des Laboratoire des Ponts et Chaussées, n° Spécial V, pp. 181-198.
- ²⁵¹ FRANCKEN, L; VANELSTRAETE, A; (1996), **Complex Moduli of Bituminous Binder and Mixtures - Interpretation and Evaluation**, Euroasphalt & Eurobitume Congress 1996, n E&E 4.047, Strasbourg, Fr.
- ²⁶¹ GODDARD, R.; POWELL, W. D., (1977), **Résistance à la Fatigue des Enrobés Denses – Influence des Facteurs –Formulation et Température**, in Bulletin de Liaison des Laboratoire des Ponts et Chaussées, Spécial V, LCPC.
- ²⁷¹ GRINAUX, J.-P.; HIERNAUX, R., (1977), **Utilisation de l'Orniéreur Type LPC**, in Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées, Special V, LCPC.

- ^{28]} HUBER, G. A.; SHULER, T. S.; (1992), **Providing Sufficient Void Space for Asphalt Cement: Relationship of Mineral Aggregate Voids and Aggregate Gradation**, in *Effects of Aggregates and Mineral Filler on Asphalt Mixture Performance*, Richard C. Meininger, editor, ASTM - STP 1147, pp. 225-251.
- ^{29]} LACHIHAB, Adel, (2004), **Un Modèle Numérique pour les Composites Biphases matrisés – inclusions rigides : Applications à la Détermination des Propriétés élastiques et en Fatigue des Enrobés Bitumineux**, Thèse de Doctorat École Nationale des Ponts et Chaussées, p 204.
- ^{30]} MALLAIRD, Samuel, (2005), **Fissuration et Autoreparations des Liants Bitumineux**, Thèse de Doctorat Universités de Nantes, 223.
- ^{31]} MARSAC, P., (1992), **L'Essai de Module Complexe au L.C.P.C.**, Apostila da Section Matériaux des Chaussées, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Nantes, pp. 20.
- ^{32]} MOMM, LETO, (1998), **Estudo dos Efeitos da Granulometria sobre a Macrot textura Superficial do Concreto Asfáltico e seu Comportamento Mecânico**, Tese de Doutorado, EPUSP.
- ^{33]} MORICEAU, L., (1994), **Etude de Comportement à la Fatigue des Bétons Bitumineux**, Rapport de Travail de Fin d'Études, Ecole Nationale des Travaux Publics de l'État.
- ^{34]} MOUTIER, F., (1991), **Etude Statistique de l'Effet de la Composition des Enrobés Bitumineux sur leur Comportement en Fatigue et leur Module Complexe**, Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées, n° 172, pp. 33-41.
- ^{35]} MOUTIER, F.; (1992), **Utilisation de la Presse à Cisaillement Giratoire et de l'Ornière dans la Méthode Française de la Formulation des Enrobés**, Proceedings of the 5th Eurobitume Congress – Stockholm, Vol. IB, pp. 546-554.
- ^{36]} OLARD, François, (2003) **Comportement Thermo mécanique des Enrobés Bitumineux à Basses Températures**, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, p 228.
- ^{37]} PERRET, Jacques, (2003), **Déformations des Couches Bitumineuses au Passage d'une Charge de Trafic**, Thèse de Doctorat École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, p 223.
- ^{38]} PINZON, E. A. C., (2004), **Contribution des Méthodes non Destructives à l'Évaluation de l'Effet de l'Eau sur les Enrobés Bitumineux**, Thèse de Doctorat Universités de Nantes, p. 116.
- ^{39]} SIMONI, Jean-Michel, (2005), **Contribution à l'Étude de l'Auscultation des Chaussées par Méthode d'Impact Mécanique pour la Détection et la Caractérisation des Défauts d'Interface**, Thèse Doctorat Institut National des Sciences Appliquées, Bouguenais, Fr, p 150.
- ^{40]} SOLIMAN, S., (1976), **Influence des Paramètres de Formulation sur le Comportement à la Fatigue d'un Enrobé Bitumineux**, Rapport de Recherche des Laboratoires des Ponts et Chaussées, n° 58.
- ^{41]} SOLIMAN, S.; DOAN, T. H., (1977), **Influence des Paramètres de Formulation sur le Module et la Résistance à la Fatigue des Graves-Bitume**, in Bulletin de Liaison des Laboratoires Central des Ponts et Chaussées, N° Spécial V, pp. 229-246.
- ^{42]} SOLTANI, M. A. A., (1993), **Comportement à la Fatigue des Enrobés Bitumineux**, Rapport de Travail de Fin d'Études, Ecole Nationale des Travaux Publics de l'État.
- ^{43]} UGE, P.; GEST, G.; GRAVOIS, A.; et BONNAURE, F., (1977), **Nouvelle Méthode de Calcul du Module Complexe des Mélanges Bitumineux**, in Bulletin de Liaison des Laboratoire des Ponts et Chaussées, n° Spécial V, dez/77, pp. 199-213.
- ^{44]} WILLIAM, M. L.; LANDEL, R. T.; FERRY, J. D., (1955), **The Temperature Dependence of Relaxation Mechanisms in Amorphous Polymers and other Glass-Forming Liquids**, in *Journal of American Chemistry Society*, n° 20, USA.
- ^{45]} QUINTERO, C. F. Q. (2016), **Influência da Temperatura e da Consistência do Ligante na Fadiga e no Módulo Complexo de Misturas Asfálticas**. Tese de doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina. SC.