

ESTUDO DE RESÍDUOS DE VIDRO PLANO NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

Vilany Santana Pereira, Vilanysantana@hotmail.com¹

Crislene Rodrigues da Silva Moraes, crislene@dema.ufcg.edu.br²

Edna Larissa da Silva, edlara4@yahoo.com.br³

Albaniza Alves Tavares, nizacg@hotmail.com⁴

¹Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, CEP 58400-000, Campina Grande -PB

²Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, CEP 58400-000, Campina Grande -PB

³Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, CEP 58400-000, Campina Grande -PB

⁴Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, CEP 58400-000, Campina Grande -PB

Resumo: *Com a intensa industrialização, advento de novas tecnologias, crescimento populacional e aumento de pessoas em centros urbanos e diversificação do consumo de bens e serviços, os resíduos sólidos se transformaram em graves problemas urbanos com um gerenciamento oneroso e complexo após a década de 80. A reciclagem dos resíduos sólidos vem se consolidando como uma prática importante na atenuação de tais problemas. Nesse contexto surgem os vidros planos: materiais que não se enquadram na categoria 100% recicláveis, uma vez que, podem induzir o aparecimento de trincas nos produtos reciclados. No entanto, pesquisas vêm sendo desenvolvidas, no que diz respeito a sua reciclagem na pavimentação asfáltica. O presente trabalho tem o intuito de avaliar a eficácia quando da substituição de materiais convencionais por resíduos de vidro plano como material de enchimento em misturas asfálticas, realizando-se a caracterização físico-química do resíduo. Por meio da análise química pôde-se obter os teores percentuais dos óxidos que compõem o resíduo. A espectroscopia vibracional de absorção no infravermelho foi utilizada com o objetivo de identificar os grupos funcionais presentes no material. Para a determinação dos principais elementos que compõem o resíduo, a amostra foi submetida à difração de raios-X. A análise química evidenciou características de vidro de soda-cal. Através dos espectros de absorção na região do infravermelho foi possível confirmar a composição química do resíduo. O intervalo entre 1230-840 cm⁻¹ mostra uma banda de absorção ampla e intensa que representa a vibração de estiramento simétrico da ligação Si-O-Si, tem-se ainda, no comprimento de onda 775 cm⁻¹, a vibração de estiramento simétrico de O-Si-O. Por meio do difratograma de raios-X foi possível observar uma ampla banda que vai de 14 a 40°, característico da presença de sílica.*

Palavras-chave: *reciclagem, caracterização, pavimentação asfáltica*

1. INTRODUÇÃO

A iminente necessidade do desenvolvimento sustentável em prol da preservação dos recursos naturais tem levado a pesquisa da reutilização de materiais, outrora descartados no meio ambiente, em diversas cadeias produtivas.

Os materiais reincorporados devem agregar aos produtos propriedades similares àquelas obtidas quando utilizados os materiais convencionais. Uma das linhas de aproveitamento dos rejeitos industriais é a pavimentação.

O reuso de agregados primários ou o uso de resíduo de materiais na pavimentação asfáltica tem acarretado grande benefício à sociedade. Agregados provenientes do ferro e do aço ou do vidro moído têm sido considerados bons substitutos dos agregados convencionais, pois apresentam propriedades físicas semelhantes e podem ser facilmente processados, britados e reduzidos a tamanhos adequados à produção de misturas asfálticas de base e de revestimento (AIREY, 2004).

Com a deterioração do asfalto, a presença de sulcos e rachaduras irá facilitar o acúmulo de películas de água durante as grandes precipitações, diminuindo o contato entre o pneu e o pavimento e acarretando o fenômeno da aquaplanagem que torna os acidentes inevitáveis (PAIVA & SILVA, 2003).

Um dos meios de minimizar os danos provocados por este agente é a adoção de filler nas misturas asfálticas. O filler é definido como material de enchimento proveniente da trituração de agregados graúdos e miúdos e não plástico e passa pelo menos 65% na peneira de 75 μ m de abertura. Sua finalidade é melhorar o desempenho reológico, mecânico, térmico e a sensibilidade à presença da água. Entre os filleres comumente utilizados encontra-se a cal e o cimento Portland (LUCENA et al., 2004).

A substituição dos filleres convencionais por resíduos sólidos oriundos de atividades industriais tem como intuito promover o desenvolvimento sustentável sem comprometer a estabilidade mecânica, física e química das misturas asfálticas. O filler que será utilizado nesta pesquisa em substituição aos convencionais é o resíduo vítreo.

2. EXPERIMENTAL

2.1 Materiais

Para a realização da presente pesquisa foram utilizados os materiais relacionados abaixo:

Brita granítica

Este material foi proveniente de pedreiras da cidade de Campina Grande - PB, localizada na região metropolitana.

Areia

Este material foi doado pela Construtora Queiroz Galvão S/A., localizado na cidade de Campina Grande - PB.

Cimento asfáltico

O CAP utilizado na pesquisa é do tipo 50/70 cujas especificações estão de acordo com o DNP (Departamento Nacional de Petróleo) e a ANP (Agência Nacional de Petróleo), os quais definem parâmetros de aceitação e classificação.

Resíduo vítreo

O resíduo vítreo foi disponibilizado pela vidraçaria Mauricéia localizada na cidade de Campina Grande-PB.

2.2 Métodos

Com objetivo de estudar as propriedades físico-químicas do resíduo vítreo foram utilizadas as seguintes técnicas de caracterização: Termogravimetria (TG), Difração de raios - X (DRX), Espectroscopia Vibracional de Absorção na Região do Infravermelho (IR) e análise química; para os agregados graúdo e miúdo realizou-se o ensaio de densidade real, bem como o equivalente areia para a areia. Para que fosse possível a caracterização do resíduo vítreo, os mesmos foram submetidos a um apiloamento (figura 1) e em seguida foi triturado no moinho de bolas (figura II) a fim de deixar sua granulometria compatível com a normalizada para filler.



Figura 1 – Apiloamento do vidro [(a) estágio inicial (b) estágio final]



Figura 2 – Moinho de bolas [(a) posicionamento dos recipientes (b) em funcionamento]

Caracterização do resíduo vítreo

2.2.1 Termogravimetria (TG)

As curvas termogravimétricas foram obtidas em aparelho de análise térmica SHIMADSU, modelo DTG – 60, com uma razão de aquecimento de $10^{\circ}\text{C}.\text{min}^{-1}$, da temperatura ambiente até 1000°C . Utilizou-se uma atmosfera dinâmica de nitrogênio, com vazão de 30 mL min^{-1} , em cadinho de alumina e a quantidade de massa utilizada foi em torno de $5,025\text{ mg}$.

2.2.2 Espectroscopia vibracional de absorção na região do infravermelho (IR)

O espectro de absorção na região do infravermelho do resíduo vítreo foi obtido utilizando um espectrômetro Spectrum 400 Perkin Elmer FT-IR/FT-NIR Spectrometer com varredura de $4000\text{ a }650\text{ cm}^{-1}$.

2.2.3 Difração de raios - X (DRX)

Para a determinação dos principais elementos que compõem o resíduo, a amostra foi submetida à análise mediante a utilização de um equipamento Shimadzu XDR – 6000 (Figura 3) empregando radiação de Cuka, tensão de 40kV, corrente de 30mA, varredura de $2^\circ < 2\Theta < 30^\circ$ e $\lambda = 1,54\text{Å}$. 1



Figura 3 – Difratorômetro de raios-X modelo Shimadzu XRD 6000
Fonte: pesquisa direta, 2009

2.2.4 Análise química

A amostra do resíduo vítreo foi submetido à análise química, segundo técnicas clássicas e instrumentais.

Caracterização dos agregados

2.2.5 Densidade real dos agregados

As normas do DNIT - ME 084/95 e DNIT – ME 081/98 determinam, respectivamente, os procedimentos a serem adotados para determinação da densidade real dos agregados miúdos e graúdos.

2.2.5 Equivalente areia

As normas do DNIT - ME 054/97 determinam os procedimentos a serem adotados para determinação do equivalente de areia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Termogravimetria (TG)

A Figura 1 apresenta o resultado da análise termogravimétrica para o resíduo de vidro, obtida com razão de aquecimento de 10°C e atmosfera de nitrogênio.

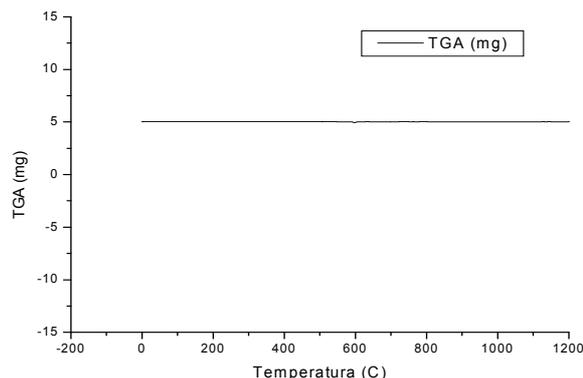


Figura 1 - Curva TG da amostra de vidro plano, obtida com razão de aquecimento de 10°C e atmosfera de nitrogênio.

Na curva TG observou-se uma perda de massa insignificante o que mostra a alta estabilidade térmica do vidro plano estudado, em decorrência provavelmente do processo de tratamento térmico a que este material foi submetido (têmpera). O valor da perda de massa encontrada corrobora com os dados obtidos na análise química apresentada na Tabela 1, que mostra a perda ao fogo de apenas 0,18%. O baixo valor de perda de massa favoreceria a estabilidade da mistura asfáltica, uma vez que, em altas temperaturas sua massa permanece constante evitando a presença de poros e consequentemente aumentando a suscetibilidade da mistura à água.

3.2 Espectroscopia vibracional de absorção na região do infravermelho (IR)

O espectro de infravermelho do resíduo de vidro plano está apresentado na Figura 2.

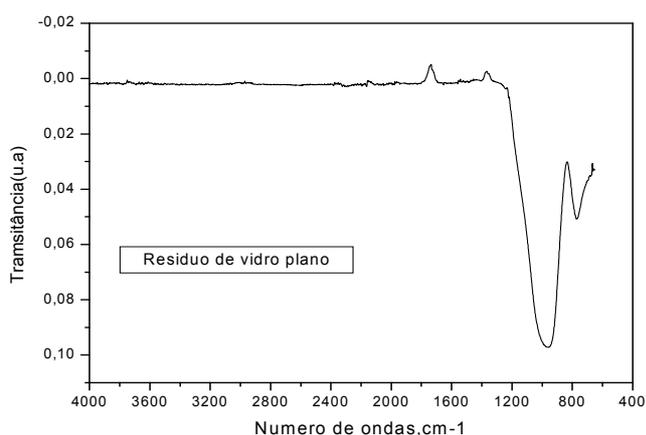


Figura 2 – Espectro no infravermelho da amostra de resíduo de vidro plano.

A ausência de absorção de energia na região próxima a 3500-3400 cm-1 indica a inexistência de vibrações de estiramento do grupo estrutural hidroxila, referente à água adsorvida, presente no material. O

intervalo entre 1230-840 cm^{-1} mostra uma banda de absorção ampla e intensa que de acordo com Lewis (1989) representa a vibração de estiramento simétrico da ligação Si-O-Si. Por fim, em 775 cm^{-1} tem-se a vibração de estiramento simétrico de O-Si-O.

3.3 Difração de raios - X (DRX)

Na Figura 3 encontra-se o difratograma de raios-X. Por meio deste é possível identificar a composição mineralógica dos materiais.

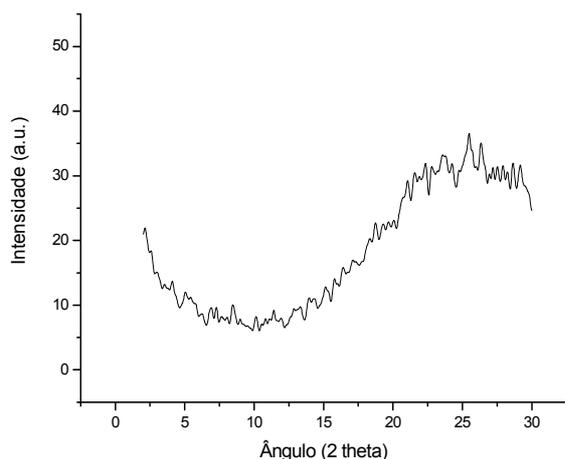


Figura 3 - Difratograma de raios-X da amostra do resíduo vítreo com varredura de $2^\circ < 2\Theta < 30^\circ$

É possível observar neste difratograma a inexistência de picos agudos que são característicos de materiais cristalinos. Todavia, pode-se observar uma banda que se estende entre 14 e 40° , com máximo em torno de $25,46^\circ$, característico da presença de sílica amorfa na amostra.

3.4 Análise química

A Tabela 1 mostra a composição química do resíduo em seu estado natural. O resíduo vítreo possui características de vidro de soda-cal de acordo com os valores percentuais dos óxidos de sódio (4,69%) e cálcio (5,60%). Os resultados obtidos são coerentes com os valores referentes na literatura que apresentam o vidro plano como composto por, aproximadamente, 70% de sílica e quantidades significativas de óxido de sódio e de cálcio.

Tabela 1. Resultados experimentais para as propriedades de flexão dos materiais

Amostras	P.F. (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)
Resíduo vítreo	0,18	66,40	0,38	0,16	0,05	traços	5,60	7,05	4,69

3.5 Densidade real dos agregados

Densidade real do agregado graúdo (brita granítica)

O agregado graúdo utilizado foi do tipo granítico (DNIT – ME 081/94) e apresentou uma densidade real de $1,63 \text{ g/cm}^3$, valor esse que está de acordo com a literatura.

Densidade real do agregado miúdo (areia)

O agregado miúdo utilizado foi a areia normal (DNIT – ME 084/95) apresentando diâmetro máximo de 4,75 mm e densidade real de $2,6 \text{ g/cm}^3$.

3.6 Equivalente areia

Ensaio de equivalente de areia segundo a norma DNIT – ME 054/97, apresentou um resultado de 90%, ou seja, a quantidade da fração fina presente foi de apenas 10% o restante corresponde a areia.

4. CONCLUSÕES

Conforme descrito anteriormente a caracterização dos materiais foi realizada por meio de algumas técnicas, levando as seguintes conclusões:

- O agregado miúdo apresentou densidade real de $2,6 \text{ g/cm}^3$ e equivalente areia de 90%, enquanto que o agregado graúdo apresentou uma densidade real de $1,63 \text{ g/cm}^3$;
- A difração de raios – X do resíduo apresentou a inexistência de picos bem definidos, porém, pode-se observar uma banda que se estende entre 14 e 40° , com máximo em torno de $25,46^\circ$, característico da presença de sílica na amostra;
- O vidro plano apresentou estabilidade térmica a temperaturas elevadas, com perda de massa insignificante.
- O espectro no infravermelho do resíduo de vidro plano mostra uma banda de absorção ampla e intensa que representa a vibração de estiramento simétrico da ligação Si-O-Si. Tem-se a vibração de estiramento simétrico de O-Si-O no comprimento de onda de 775 cm^{-1} ;
- Por meio da análise química pode-se concluir que o resíduo trata-se de um vidro soda-cal, composto predominantemente de óxido de silício, com pequena quantidade de óxido de cálcio e de sódio, com pequena quantidade de perda ao rubro e elevado ponto de fusão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIREY, G. D., COLLOP, A.C e THOM, N. H. **Mechanical Performance Of Asphalt Mixtures Incorporating Slag And Glass Secondary Aggregates**. In: 8th CONFERENCE ON ASPHALT PAVEMENTS FOT SOUTHERN AFRICA, 2004. **Anais**. África do Sul, volume 1, 2004. p. 1-113
- PAIVA, C. E. L. & SILVA, C. E. D. B. D, **Estudo da Permeabilidade de misturas Betuminosas**. In: **34ª Reunião Anual de Pavimentação**, 2003. Campinas, 2003 **4º Seminário De Desenvolvimento Sustentável E A Reciclagem Na Construção Civil**.
- LUCENA, L. C. F. L. , RODRIGUES, J. K. G., LUCENA, A. E. F. L. e MORAIS, C. A. S. **Susceptibilidade das Misturas Asfálticas a Presença de Água**. In: 35ª Reunião Anual de Pavimentação. **Anais**. Rio de Janeiro, 2004

6. DIREITOS AUTORAIS

STUDY OF WASTE GLASS IN PAVING PLAN: CHEMICAL CHARACTERIZATION

Vilany Santana Pereira, Vilanysantana@hotmail.com¹
Crislene Rodrigues da Silva Morais, crislene@dema.ufcg.edu.br²
Edna Larissa da Silva, edlara4@yahoo.com.br³
Albaniza Alves Tavares, nizacg@hotmail.com⁴

¹Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, CEP 58400-000, Campina Grande -PB

²Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, CEP 58400-000, Campina Grande -PB

³Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, CEP 58400-000, Campina Grande -PB

⁴Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, CEP 58400-000, Campina Grande -PB

Abstract: *With the intense industrialization, the advent of new technologies, population growth and increase of people in urban areas and diversification of the consumption of goods and services, solid waste have become a serious urban problems with managing costly and complex after the 80. The recycling of solid waste is being consolidated as an important practice in mitigation of such problems. In this context appear the flat glass: materials that do not fit into the category 100% recyclable, since it can induce the appearance of cracks in recycled products. However, research has been undertaken in respect of their recycling in the asphalt pavement. This study aims to evaluate the effectiveness when the replacement of conventional materials by waste flat glass as a filler in asphalt mixtures, performing the physical-chemical waste. Through chemical analysis it was possible to obtain the percentage contents of the oxides that make up the residue. The vibrational spectroscopy of infrared absorption was used in order to identify the functional groups present in the material. For the determination of the main components of the residue, the sample was subjected to X-ray diffraction. Chemical analysis showed characteristics of soda-lime glass. Through the absorption spectra in the infrared region were unable to confirm the chemical composition of the waste. The interval between 1230-840 cm⁻¹ absorption band shows a broad and intense that it represents the symmetric stretching vibration of the bond Si-O-Si, there is still at a wavelength of 775 cm⁻¹, the stretching vibration Symmetric O-Si-O. By means of X-ray diffractogram was possible to observe a broad band ranging from 14 to 40 °, characteristic of the presence of silica.*

Keywords: *recycling, characterization, paving*

DECLARAÇÃO DOS DIREITOS AUTORAIS

O(os) autor(es) vem por meio desta declarar que o artigo intitulado "ESTUDO DE RESÍDUOS DE VIDRO PLANO NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA" aprovado para publicação no VI Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, é um trabalho original, sem publicação anterior. Houve participação suficiente dos autores do trabalho para tornar pública a responsabilidade destes pelo conteúdo. Todas as afirmações contidas no trabalho são verdadeiras ou baseadas em pesquisa com razoável exatidão.

ASSINATURA DO(S) AUTOR(ES)

Primeiro Autor: VILANY SANTANA PEREIRA

Assinatura: Vilany Santana Pereira

Email: vilany.santana@hotmail.com

Segundo Autor: PROF.^a DR.^a CRISLENE RODRIGUES DA SILVA HORAIS

Assinatura: CRISLENE

Email: crislene@idema.ufcg.edu.br

Terceiro Autor: ALBAUZIA ALVES TAVARES

Assinatura: Albaniza Alves Tavares

Email: vigaacg@hotmail.com

Campina Grande, 15 de Julho de 2010