



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: II Seminário de Inovação e Tecnologia

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO INOVADOR PARA REDUÇÃO DA EMISSÃO DE POLUENTES EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA – CICLO OTTO¹

Vinicius Milaneze², Frederico Motta³, Fernando Schio⁴, Prof.Dr.Gil Eduardo Guimarães⁵.

¹ Projeto de pesquisa realizado no Curso de Engenharia Mecânica da Unijui por alunos bolsista Pibiti Cnpq.

² bolsista pibiti, academico curso de engenharia mecanica da unijui

³ bolsista pibiti academico do curso de engenharia mecanica unijui

⁴ academico do curso de engenharia mecanica unijui

⁵ Professor do Departamento de Ciência Exatas e Engenharias, Líder do Grupo de Pesquisa de Desenvolvimento de Produtos Inovadores para Diminuição de Emissões de Poluente

Resumo: O estudo está baseado na necessidade de se desenvolver novas tecnologias que auxiliem no controle da poluição ambiental, de todos os tipos. O objetivo principal deste estudo é preservar o meio ambiente, através de um conjunto de medidas e ações que visam despoluir o ambiente urbano e o local de trabalho. O estudo baseada nas propriedades do cristal de TURMALINA NEGRA combinadas com um elemento inovador, um gel bioenergético a base de água. Esses equipamentos devem ser capazes de reduzir a emissão de poluentes como CO, CO₂, Hidrocarbonetos, que contribuem para o agravamento do efeito estufa e de outros males que atingem a saúde humana. Nos últimos anos, tem crescido o interesse industrial pelo pó de turmalina preta (série schorlita-dravita). Produtos para tratamento de água, purificação de ar, cosméticos, argamassas, agricultura, tintas e roupas têm sido lançados no mercado. A piroeletricidade da turmalina é uma propriedade conhecida e relativamente bem documentada na literatura científica, embora existam poucas referências sobre as suas causas Os dispositivos tem sido testados em vários pontos do motor e admissão de ar e com vários formatos. Testes com veículos de ciclo OTTO, tem apresentado reduções de emissão de HC corrigido, de cerca de 30 %.

Palavras-Chave: Emissões de Poluentes, Motores, Meio Ambiente e Turmalina Negra.

Introdução

A poluição atmosférica urbana destaca-se como uma das maiores preocupações da sociedade tanto dos países industrializados, quanto nos em desenvolvimento, na medida que seus efeitos negativos se intensificaram nas ultimas décadas. Além disso, a comunidade tem demonstrado preocupação crescente com a qualidade de vida, que certamente, é afetada de modo negativo pelos altos níveis de poluição do ar. O Departamento Nacional de Trânsito (1980) define poluição do ar como uma mudança indesejável, e muitas vezes irreversível, nas características físicas, químicas, ou biológicas do ar atmosférico, que podem afetar perniciosamente o equilíbrio do sistema ecológico com interferência na





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: II Seminário de Inovação e Tecnologia

vida do homem, animais e vegetais; deterioração dos bens culturais de lazer; inutilização ou depreciação dos recursos naturais.

Segundo a CETESB (1997), as emissões causadas por veículos carregam diversas substâncias tóxicas que, em contato com o sistema respiratório, podem produzir vários efeitos negativos sobre a saúde. Essa emissão, devido ao processo de combustão e queima incompleta do combustível, é composta de gases como: óxidos de carbono (CO e CO₂), óxidos de nitrogênio (NO₂), hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SO_x), partículas inaláveis (MP10), etc. Nosso trabalho estuda a melhora na queima reduzindo as emissões desses gases melhorando o ar e reduzindo os problemas ambientais.

Metodologia

Turmalina

O uso da turmalina pela humanidade remonta à Antiguidade. Muitos atributos místicos têm sido creditados a ela: é usada como talismã, contra “mau olhado”, atração de “energias negativas” e outras coisas do gênero. Vários produtos que utilizam a turmalina em pó como princípio ativo tem aparecido no mercado. Uma busca na internet com as palavras “tourmaline powder” oferece um bom exemplo desse fato. Na indústria de cosméticos há máscaras faciais, cremes, sabonetes e associados, como escovas, pentes, rolinhos e chapas alisadoras para cabelos. Na indústria automobilística é utilizada em condicionadores de ar, catalisadores para combustível e em desodorantes. Na saúde humana é utilizada contra artrite e fadiga, como ativador da microcirculação sanguínea e contra estresse. Na agricultura é utilizada na recuperação de áreas degradadas e na irrigação. Entretanto, uma busca na Web of Science revela que os fundamentos científicos para essas aplicações ainda não estão esclarecidos. Além disso, a maioria dos poucos trabalhos científicos

publicados é bastante superficial. De acordo com o Dr. José Maria Leal, quando da defesa de sua tese de doutorado em 2008, a interação da turmalina com a água era motivo de muita argumentação para o seu uso industrial e certamente seria motivo para muita discussão científica. Na propaganda comercial dos produtos, afirma-se que a turmalina é capaz de controlar o pH da água, alterar o seu potencial de oxidação-redução e diminuir o seu teor de cloro. Os purificadores de água a base de cerâmicas de turmalina utilizam essas propriedades. Do ponto de vista científico, é necessário entender como essa interação ocorre. Do ponto de vista tecnológico, é necessário o desenvolvimento de matrizes capazes de promover essa interação, que é o caso do equipamento testado nesse trabalho. Da mesma forma, ele afirma que a turmalina é capaz de emitir radiação infravermelha distante. Com essa propriedade se justificam os seus empregos na fabricação de tecidos para agasalhos, roupas de cama, sapatilhas, cotoveleiras e argamassas para construção civil. A interação dessa radiação com o corpo humano ainda merece muita investigação. Há argumentos que justificam o seu uso por meio do aquecimento da água. A empresa fabricante dos equipamentos testados nesse trabalho também desenvolve peças para essa finalidade. Continua Leal: também há argumentos que

apelam para alteração do tamanho dos aglomerados das moléculas de água. Os estudos teóricos realizados no escopo de sua tese, indicam que há fundamento para emissão de radiação infravermelha distante. Porém, esse fenômeno deve ser de pequena magnitude. É necessário medi-lo e também



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: II Seminário de Inovação e Tecnologia

verificar o seu efeito sobre a água. Na propaganda comercial também é afirmado que a turmalina é capaz de emitir íons negativos. Purificadores de ar, composições para pavimentação de rodovias e argamassas para construção civil utilizam essa propriedade. Não estão claro quais seriam esses íons, que seriam benéficos para a saúde. É necessário identificar por qual processo a turmalina é capaz de emitir íons negativos, quais são esses íons e como eles podem ser benéficos para saúde. A tecnologia para fabricação de dispositivos emissores de íons negativos à base de pó de turmalina deve ser dominada. Houchin observou uma notável capacidade de adsorção de íons pelas partículas de turmalina. Em um artigo de 2008, RR Yeredla e HF Xu apresentaram uma interessante explicação para as propriedades fotocatalíticas. Pares de elétrons e buracos eletrônicos podem ser criados em algumas substâncias (por exemplo, o TiO₂) quando expostos a radiação ultravioleta. Como as partículas de turmalina são dipolos elétricos devido à sua piroeletricidade (discutida adiante), se uma partícula da substância que possui buracos eletrônicos e elétrons estiver próxima a uma partícula de turmalina, o seu campo elétrico vai separá-los, retardando a sua recombinação. Durante esse tempo mais longo em que os elétrons e os buracos eletrônicos ficam separados, eles podem participar de reações, como a dissociação de moléculas de água ou oxidação de acetaldeído.

Para esse trabalho foram escolhidos dois veículos para teste, os quais a equipe teria total acesso para a realização das inspeções nas datas previstas, sendo que um foi reprovado na inspeção veicular de emissões e o outro aprovado na mesma inspeção, quando ambos estavam sem a instalação dos equipamentos. Os veículos são usados e já com quilometragem avançada, acima dos 120.000 km.

• Veículo 1: Volkswagen Gol 1.0 8V ano 2003. Quilometragem entre 177.950 e 180.500 nas datas das inspeções.

• Veículo 2: GM Corsa 1.0 MPFI ano 1999. Quilometragem entre 126.700 e 127.680 nas datas das inspeções.

O aparelho utilizado para as inspeções foi o analisador de gases portátil PGA-500 marca SUN/SNAP-ON. Os procedimentos seguidos foram os de norma para inspeção veicular de acordo com a resolução CONAMA nº 418, de 2009 e Instrução

Normativa nº 6 de 2010, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Os equipamentos de redução de emissão utilizados foram o ECOTURB e a ECOLÂMPADA, da Empresa SAÚDE PLENA, com registros de patente nº MU8702289-3 e nº PI0703557-8A2, respectivamente. Realizou-se, para o veículo 1, uma bateria de 8 inspeções, 4 sem e 4 com o uso dos equipamentos Ecoturb e Ecolâmpada. Para o veículo 2 foram realizadas 15 inspeções, 7 sem e 8 com os equipamentos Saúde Plena. Os equipamentos foram instalados nas entradas de ar e de combustível, conforme as figuras 1 e 2, ilustrativas para o veículo 1.

figura 01

Resultados e discussão

figura 2

Para o veículo 1 obteve-se os seguintes resultados médios, SEM o equipamento:





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: II Seminário de Inovação e Tecnologia

Marcha lenta	2500 rpm	
CO corrigido	0,59	0,34
Fator de Diluição	1,61	1,04
HC corrigido	329	106

Para o veículo obteve-se os seguintes resultados médios, COM o equipamento:

Marcha lenta	2500 rpm	
CO corrigido	0,20	0,15
Fator de Diluição	1,25	1,01
HC corrigido	154	57

Para o veículo 2 obteve-se os seguintes resultados médios, SEM o equipamento:

Marcha lenta	2500 rpm	
CO corrigido	0,30	0,51
Fator de Diluição	1,86	1,11
HC corrigido	126	46

Para o veículo 2 obteve-se os seguintes resultados médios, COM o equipamento:

Marcha lenta	2500 rpm	
CO corrigido	0,08	0,20
Fator de Diluição	2,04	1,13
HC corrigido	86	40

O procedimento de medição através dos equipamentos utilizados fornece como resultados que são considerados para a APROVAÇÃO ou REPROVAÇÃO do veículo as seguintes medições: CO corrigido (%vol), Fator Diluição e HC corrigido (ppm.vol). Tem-se como valores limite:

- CO corrigido = 0,5 %vol
- Fator Diluição = 2,50
- HC corrigido = 200 ppm vol

Observa-se através dos resultados SEM equipamentos que o veículo 1 encontrava-se REPROVADO, pelos quesitos CO corrigido e HC corrigido, ambos em condição de marcha lenta e passou a estar APROVADO, em todos os quesitos, depois da instalação dos equipamentos. A instalação dos equipamentos proporcionou uma redução de 66 % no CO corrigido em marcha lenta e 56 % a 2500 rpm. Também proporcionou uma redução de 22 % no fator diluição em marcha lenta e 3 % a 2500 rpm. Para o quesito HC corrigido a redução foi de 53 % em marcha lenta e 46 % a 2500 rpm. O veículo 2, apresentava-se APROVADO sem os equipamentos e continuou APROVADO, apresentando sensível redução nas emissões e um pequeno aumento no fator diluição. Observa-se uma redução de 73 % no CO corrigido em marcha lenta e 61 % a 2500 rpm. Pode-se notar um aumento de 10 % no fator diluição em marcha lenta e 2 % a 2500 rpm, permanecendo, no entanto, dentro do limite. Para o quesito HC corrigido a redução foi de 32 % em marcha lenta e 13 % a 2500 rpm. Esses efeitos se



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: II Seminário de Inovação e Tecnologia

devem, a nosso entender à maior eficiência na combustão com o uso dos equipamentos ECOTURB e ECOLAMPADA, devido às propriedades já discutidas da TURMALINA NEGRA associada ao GEL a base de água.

Conclusões

Os equipamentos a base de TURMALINA associados ao GEL a base de água, são capazes de aumentar a eficiência da combustão nos motores ciclo OTTO, diminuindo assim a emissão de poluentes. As condições dos testes foram as mais diversas possíveis, seguindo as orientações de VAZ (2004), que sugere que os testes de laboratório possam mascarar os resultados, dessa forma procurou-se que os veículos mantivessem sua rotina normal de uso, com paradas no laboratório somente para coleta das amostras de emissões. Tentar-se-á em trabalhos futuros a realização de ensaios com os veículos em movimento nas condições normais de trânsito. Necessita-se de um número maior de experimentos e uma maior variação de marcas e modelos de veículos para uma constatação mais efetiva dos resultados.

Agradecimentos

A Cnpq, a empresa Saúde Plena, a UNIJUI e a todos que colaboraram para a pesquisa.

Referências Bibliográficas

ANFAVEA, Anuário Estatístico da Indústria Automobilística (2011), download da página da internet: <http://www.anfavea.com.br/emissoes.html>

ANFAVEA, Emissões – Nota Técnica, consulta na página da internet: <http://www.anfavea.com.br/emissoes.html>

Decicco, J. e THOMAS, M. (1998) Rating the Environmental Impacts of Motor Vehicles: The Green Guide to Cars and Trucks Methodology, 1998 Edition. American Council for an Energy – Efficient Economy, Washington, D.C.

Estevam, Giuliano Pierre. (2008) Preparo, caracterização e aplicação do compósito PTCa (Titanato de chumbo modificado com cálcio)/PEEK (Poliéter éter cetona) como sensor de radiação. Tese Doutorado - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

Faiz, A.; Weaver, C. S. e Walsh, M. P. (1996) Air pollution from motor vehicles: Standards and Technologies for controlling emissions. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank Washington, D.C.

Filizola, I. M.; Yamashita, Y.; Veras, C. A. G. (2004) NÍVEL DE EMISSÃO DE GASES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES LEVES DO CICLO OTTO: VALORES REFERENCIAIS. XVIII ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, Florianópolis – SC

GAUGAIN JM. Memoire sur l'électricité des tourmalines. Annales de Chimie et de Physique v. 57 (5), p. 5 - 39, 1859.

GUO JB, QIAN YQ. Hydrogen isotopic fractionation and hydrogen diffusion in the tourmaline-water system. Geochimica et Cosmochimica Acta, vol. 16 (21), p. 4679 - 4688, 1997.





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: II Seminário de Inovação e Tecnologia

- HAWTHORNE FC, MACDONALD DJ, BURNS PC. Reassignment of cation site occupancies in tourmaline - Al - Mg - disorder in the crystal structure of dravite. *American Mineralogist*. v. 78 (3-4), p. 265 - 270, 1993.
- HOUCHIN MR. Surface studies of aqueous suspensions of tourmaline (dravite). *Colloids and Surfaces*, v. 19, p. 67 - 82, 1986.
- Ibama – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (2011). Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores – PROCONVE. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.
- JI ZJ, ZHANG LS, WANG XY, WANG J, WANG J. Polar mineral tourmaline and its effect on the photocatalyses of nano – TiO particles. *Rare Metal Materials and Engineering*, v. 33, n. suppl. 3, p. 305-308, 2004.
- JIANG K, SUN TH, SUN LN, LI HB. Adsorption characteristics of copper, lead, zinc and cadmium ions by tourmaline. *Journal of Environmental Sciences*, vol. 18 (6), p. 1221 - 1225, 2006.
- JIN ZZ, JI ZJ, LIANG JS, WANG J, SUI TB. Observation of spontaneous polarization of tourmaline. *Chinese Physics*, vol. 12 (2), p. 222 - 225, 2003.
- Knight, V. M.; Young, C. E. F. (2006) CUSTO DA POLUIÇÃO GERADA PELOS ÔNIBUS URBANOS NA RMSP. XXXIV Encontro Nacional de Economia da ANPEC – Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia. Salvador – BA
- Landmann, Marcelo Camilli (2004) ESTIMATIVA DAS EMISSÕES DE POLUENTES DOS AUTOMÓVEIS NA RMSP CONSIDERANDO AS ROTAS DE TRÁFEGO. II Encontro da ANPPAS – Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, Indaiatuba – SP
- Leal, José Maria. (2008) Tecnologia do Pó de Turmalina Preta. Tese de Doutorado – UFOP/CETEC/UEMG, Ouro Preto, MG
- LIANG JS, MENG JP, LIANG GC, FENG YW, DING Y. Preparation and photocatalytic activity of composite films containing clustered TiO₂ particles and mineral tourmaline powders. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, vol. 16 (Suppl. 2), p. s542 - s546, 2008.
- Marques de Souza, Cláudio José (1999) Caracterização Mineralógica e Geoquímica dos Pegmatitos da Pederneira na Região de Santa Maria do Suaçuí, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, UFMG-IGC/CPRM, Belo Horizonte – MG.
- MATSUOKA T, IWAMOTO M. Surface tension and permeability of water treated by crystal tourmaline. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology - Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, vol. 35 (5), p. 422 - 424, 1991.
- MISHRA S, RAO K, RAO KV. Dielectric properties of tourmaline under different conditions. *Physical Status Solid – Applied Research*, v. 114 (1), p. K115 – K118, 1989.
- NAKAMURA T, KUBO T. Tourmaline group crystals reaction with water. *Ferroelectrics*, v. 137 (1 - 4), p. 13-31, 1992.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: II Seminário de Inovação e Tecnologia

- OLIVEIRA EF, CASTAÑEDA C, EECKHOUT, MENEZES GM, KWITKO RB, DEGRAVE E, BOTELHO NF. Infrared and Mössbauer study of Brazilian tourmalines from different geological environments. *American Mineralogist*, v. 8, p. 1154-1163, 2002.
- TAGG SL, CHO H, DYAR MD, GREW ES. Tetrahedral boron in naturally occurring tourmaline. *American Mineralogist* 1999
- TOKUMURA M, ZNAD HT, KAWASE Y. Modeling of an external light irradiation slurry photoreactor: UV light or sunlight photoactive Fenton discoloration of azo-dye Orange II with natural mineral tourmaline powder. *Chemical Engineering Science* 2006
- TORU T, BURNS PC. Method for molding tourmaline powder. JP. 2003113319 2003.
- Vaz de Melo, C. R. (2004) Desenvolvimento de uma metodologia para determinar os níveis de emissão de escape de veículos automotores leves de ciclo Otto em condições reais de operação. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Brasília-UnB, Brasília.
- Wang Y, Yeh JT, Yue TJ, Chiu YH, Shen XY. (2006) Influence of tourmaline on negative air ion emitting property of poly (ethylene terephthalate). *Journal of Macromolecular Science Part A - Pure and Applied Chemistry*.
- XIA MS, Hu CH, ZHANG HM. Effects of tourmaline addition on the dehydrogenase activity of *Rhodospseudomonas palustris*. *Process Biochemistry*, vol. 41 (1), p. 221 - 225, 2006
- YEH JT, WEI W, HSIUNG HH, TAO J. An investigation of negative air ions releasing properties of tourmaline contained resins. *Journal of Polymer Engineering*. v. 26(1), p. 117 – 132, 2006.
- YEREDLA RR, XU HF. Incorporating strong polarity minerals of tourmaline with semiconductor titania to improve the photosplitting of water. *Journal of Physical Chemistry C*, vol. 12, p. 532 - 539, 2008.
- YONG Z, HANLIE H, QIUJUAN B, LUWEI F. Reactivity of tourmaline by quantum chemical calculations. *Journal of Wuhan University of Technology – Material Science Edition*, vol. 22, p. 673 - 676, 2007.