



**XXII SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GIA/27
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO - XI

GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS- GIA

**SOLUÇÃO PARA DERRAMAMENTOS DE ÓLEO LUBRIFICANTE DE SISTEMAS HIDRÁULICOS DE
COMPORTAS DE USINAS HIDRELÉTRICAS**

**Guaraldo, N.J. (*) Ribeiro, L.C. Moreira, F.D.S. Barnabé, A.B. Faria, F. Leite, L.G.B.
CGTI ITAPEBI TERMOPE CGTI B&M LAB. UNIVERSAL**

RESUMO

O artigo apresenta o resultado do Projeto de P&D ANEEL Nº 2290-010/2007, cooperado entre Termopernambuco S.A. e Itapebi Geração de Energia S.A. Foi desenvolvido um óleo hidráulico ISO VG 46 biodegradável e solúvel em água para sistemas de acionamentos de comportas de barragens, usando óleo vegetal, para evitar contaminação da água na eventualidade de vazamentos. Foram realizados todos os ensaios para caracterizar suas propriedades e também testes em cilindros hidráulicos nas mesmas condições de operação da usina. O produto é um óleo-protótipo em condições de aplicação nos sistemas de comportas. Para comercialização necessita receber o selo da ANP.

PALAVRAS-CHAVE

Solução, Contaminação, Ambiente, Óleo, Barragem.

1.0 - INTRODUÇÃO

As usinas termelétricas e hidrelétricas utilizam diversos equipamentos acionados por sistemas hidráulicos de óleo sob pressão. Em vários locais é inviável a implementação de barreiras e caixas de contenção para o óleo que eventualmente vaze. Nas hidrelétricas existe a possibilidade de contaminação do curso d'água, decorrente de vazamentos dos dispositivos de acionamento de comportas que contém milhares de litros de óleo mineral dentro dos cilindros e reservatórios associados. Estando esse equipamento no corpo da barragem, o óleo vazado cai diretamente sobre o curso do rio abaixo. Nas termelétricas a possibilidade de poluição do solo ou até mesmo de cursos d'água próximos também pode ocorrer.

A Itapebi reconhece a escala regional de interferência sobre o meio ambiente onde atua e estabelece um sistema de gestão integrado que busca melhorias contínuas em seus processos, de forma a aprimorar o desempenho do seu negócio e a performance ambiental, incentivando projetos de pesquisa e inovações tecnológicas que resultem no uso eficiente e seguro dos recursos naturais de forma sustentável.

Assim, o projeto de P&D incentivado ANEEL Nº 2290-010/2007 *Solução ambiental para derramamentos de óleo lubrificante de sistemas hidráulicos de usinas geradoras de energia* buscou uma solução ambientalmente correta para o uso de óleos lubrificantes em locais de difícil contenção de grandes vazamentos, focando a solução no desenvolvimento de um fluido hidráulico biodegradável. O óleo biodegradável eventualmente derramado em caso de falha do sistema ou de um equipamento, e que cai diretamente no curso do rio se deteriora em poucos dias, não agredindo o meio ambiente e não necessitando sua remoção, que em geral implica em processo dispendioso sujeito a elevadas multas de Órgãos ambientais e com repercussão pública desfavorável.

A Itapebi é uma usina hidrelétrica localizada no Rio Jequitinhonha, no sul da Bahia, com capacidade instalada de 450 MW, um vertedouro com seis comportas, contando com três unidades geradoras com capacidade nominal de 150 MW cada uma, e faz uso de óleo lubrificante mineral do tipo VG 46. Em dois locais de uso desse óleo a possibilidade de vazamento não permite o mesmo tipo de prevenção que se verifica nos demais setores da usina que contam com sistemas adequados de contenção de derramamento de óleo. O primeiro: na tomada d'água das três turbinas onde existem três comportas, com aproximadamente mil litros de óleo em cada uma, e mais cerca de dois mil litros no reservatório comum às mesmas. No segundo: o vertedouro com seis comportas cujos mecanismos de acionamento utilizam dois cilindros para cada comporta, com cerca de 1.200 litros de óleo cada

(*) R. dos Expedicionários, nº 1.325 – sala 1 – CEP 13.106-028 Campinas, SP, – Brasil
Tel: (+55 19) 3258-9076 – Fax: (+55 19) 3258-9076 – Email: newton@buenomak.com.br

um. Existem também reservatórios desse óleo, um para cada duas comportas; contendo cada reservatório cerca de 3.000 litros de óleo. Nesses locais não se afigura uma *solução de contenção* do óleo técnica e economicamente viável.

Embora as manutenções próprias sigam programação cuidadosa, uma verificação de Auditoria de Norma ISO 14.000 questionou a Itapebi quanto a conseguir uma solução para a eventualidade de vir a ocorrer um vazamento do óleo lubrificante mineral que é não biodegradável.

O óleo ali utilizado, ISO VG 46, é um lubrificante hidráulico formulado com óleos básicos e pacote de aditivos que lhe confere propriedades anti-desgaste, anticorrosiva, antioxidante e antiespumante. A maior parte dos óleos hidráulicos é produzida com óleo base mineral oriundo de petróleo por ser de baixo custo. E o óleo mineral não é biodegradável, ao contrário, é contaminante muito estável.

O objetivo do projeto foi obter um óleo lubrificante biodegradável com os parâmetros do óleo VG 46, ou os suficientes, de baixo custo, para ser aplicado em substituição ao óleo mineral não biodegradável atualmente em uso, a partir de óleo vegetal oriundo de plantações brasileiras, ou misturas de 2 óleos, ou extratos dos mesmos.

O caráter inovador do projeto está na formulação de um fluido hidráulico *biodegradável e completamente solúvel em água*, de custo competitivo com o óleo mineral e bem abaixo do preço de outros óleos biodegradáveis sintéticos ou não.

2.0 - FASE DE PESQUISA - RESUMO

Estabeleceu-se inicialmente que o óleo a ser desenvolvido precisava necessariamente atender a vários parâmetros físico-químicos, mas não precisaria atender a algumas características como trabalhar em alta rotação e nem em altas velocidades nem em altas temperaturas, uma vez que os pistões de sistemas hidráulicos de usinas não necessitam dessas características.

Estudaram-se as características de desempenho de óleos vegetais biodegradáveis de maior potencial e desenvolveram-se experimentações laboratoriais no sentido de serem alcançadas as características necessárias, via aditivos. Com a contribuição de um laboratório especializado estabeleceu-se um *plano de aditivação* considerando-se óleo de soja, ou de milho, ou de algodão, ou de misturas, ou extratos desses.

Das possibilidades de composição resultaram inicialmente 16 fórmulas possíveis que tiveram suas características físico-químicas testadas, satisfazendo a equivalência com o óleo desejado tipo ISO VG 46, porém com variações interessantes de outras propriedades como: serem solúveis ou insolúveis em água. Foram então selecionadas três formulações sendo uma completamente solúvel em água, outra parcialmente solúvel e uma insolúvel em água, e enviadas ao IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo que aplicou ensaios de biodegradabilidade e que comprovaram essa propriedade nas 3 formulações. Dentre as três optou-se por uma delas para realização de testes de desempenho e realizaram-se experiências do uso do novo óleo em condição real com amostra piloto da formulação completamente solúvel sendo colocado em cilindros que operaram de forma similar aos pistões da Usina Itapebi.

As análises físico-químicas do novo óleo, após um número de operações correspondentes a um ano de acionamentos, indicaram que o óleo desenvolvido apresenta condições para ser aplicado em substituição ao óleo mineral VG 46 atualmente em uso nos pistões das comportas.

2.1 Óleo Lubrificante Hidráulico

A maior parte dos lubrificantes disponíveis no mercado é composta à base de óleo mineral proveniente do petróleo. Consiste basicamente de misturas de hidrocarbonetos. Esses lubrificantes à base de hidrocarbonetos possuem baixa biodegradabilidade porque as cadeias longas dos hidrocarbonetos são muito resistentes e não existem enzimas capazes de promover a quebra dessas ligações Carbono-Carbono (C-C).

A qualidade de um lubrificante é comprovada somente após a aplicação e avaliação de seu desempenho; está ligada à sua composição química, à qualidade e quantidade de aditivos, e ao balanceamento da formulação. Esta combinação de fatores dá aos lubrificantes características físico-químicas que determinam sua qualidade.

As características físico-químicas mais importantes para os lubrificantes são destacadas abaixo:

- *Viscosidade*: É a medida de resistência ao fluxo a uma determinada temperatura.
- *Índice de Viscosidade*: É a relação entre viscosidade e temperatura.
- *Densidade*: É a razão entre a massa e o volume.

- *Ponto de Fulgor*: É a menor temperatura onde os vapores oriundos do produto entram em combustão temporária, produzindo um único flash de luz.
- *Ponto de Combustão*: É a menor temperatura onde os vapores oriundos do produto entram em combustão constante, produzindo um chama contínua.
- *Ponto de Ebulição*: É a menor temperatura onde a amostra entre em ebulição.
- *Ponto de Fluidez*: É a menor temperatura onde o produto apresenta a capacidade de fluir.
- *Índice de Acidez e Índice de Alcalinidade*: É a quantidade de reagente alcalino (índice de acidez) ou ácido (índice de alcalinidade) necessário para neutralizar o produto. Podem ser conhecidos também como Número de Neutralização.
- *Índice de Saponificação*: É a quantidade de matéria graxa (gordura) presente no produto.
- *Índice de Refração*: É a quantidade de luz refletida pela superfície do produto.
- *Corrosão*: É o desgaste causado pelo produto em um determinado metal.
- *Teor de Sólidos*: É a fração do produto que não evapora quando exposto a uma temperatura de 100°C por um período de 3 horas.
- *Teor de Água*: É a quantidade de água presente no produto.

Os óleos vegetais são fluídos extraídos dos grãos e das sementes de algumas plantas. Eles são compostos por triglicerídeos, substâncias formadas pela reação de uma molécula de *glicerina* com três moléculas de ácidos graxos. A composição de ácidos graxos varia com o tipo de óleo vegetal.

Todos os óleos vegetais são biodegradáveis e levam aproximadamente 28 dias para se decompor totalmente. O grande problema dos óleos vegetais é quando são descartados em grandes quantidades, principalmente nas redes de esgoto, córregos e rios. Durante o período de degradação, outros materiais são absorvidos, gerando aglutinados, aumentando o tempo necessário para se degradar e gerando poluição. Outro problema é que, quando atinge rios, mares ou lagos, geram um filme tipo película na superfície, dificultando a oxigenação da água, prejudicando a vida aquática, podendo também afetar aves e répteis ao aderir na superfície de seus corpos.

A biodegradabilidade é a característica de algumas substâncias químicas poderem ser usadas como substratos por microrganismos, que as empregam para produzir energia por respiração celular e criar outras substâncias como aminoácidos, novos tecidos e novos organismos. Para o lubrificante ser considerado biodegradável e ecologicamente correto, deve possuir a capacidade de ser decomposto biologicamente durante um período máximo de 30 dias. Durante esse período, a porcentagem mínima de carbono degradado deve ser de 80%. Ele não deve possuir compostos aromáticos nem outros compostos considerados tóxicos.

2.2 Componentes Seleccionados e Formulações

Foram escolhidos para serem utilizados os seguintes componentes:

- Glicerol – além de possuir um preço muito baixo, é de fácil obtenção de fontes renováveis e totalmente biodegradável. Para o projeto foi adquirido na forma de glicerina bidestilada.
- Ésteres Metílicos e Etilícos – devido a sua grande utilização com biodiesel, está disponível em grande escala e atende às especificações solicitadas. Foram sintetizados em laboratório.
- Monoglicerídeos – Devido à facilidade de obtenção utilizando óleos vegetais e glicerol e das propriedades de solubilidade e lubricidade. Foram sintetizados em laboratório.

Foram utilizados na estruturação da matriz de 16 Formulações:

- Monoglicerato de Soja
- Monoglicerato de Milho
- Monoglicerato de Algodão
- Éster Metílico de Soja
- Éster Metílico de Milho
- Éster Metílico de Algodão
- Éster Etilíco de Soja
- Éster Etilíco de Milho
- Éster Etilíco de Algodão
- Glicerina bidestilada

Foram utilizados também produtos com a função de aditivos: Soluble B-90, Uniscor EP 500 G, Esterlub STH 80, Mex 80, Uniscor CS 500 A, Unis MV-532.

Três das formulações, F-I, F-II e F-III, possuem componentes com estruturas moleculares parecidas e apresentaram propriedades físico-químicas semelhantes, são à base de ésteres metílicos de óleos de soja aditivados com um polímero melhorador de viscosidade. São insolúveis em água.

Duas outras formulações, F-IV e F-V, foram feitas a partir de ésteres metílicos de óleos vegetais e aditivos emulgadores e de extrema-pressão, além de conferir uma solubilidade parcial em água ao produto final.

Oito das formulações, numeradas de F-VI a F-XIII, foram feitas com base na glicerina. Todas resultaram solúveis em água.

As três formulações, F-XIV, F-XV e F-XVI, são à base de monoglicerídeos de soja, milho e algodão respectivamente. Resultaram parcialmente solúveis em água.

Todas as formulações foram executadas e ensaiadas quanto a suas propriedades físico-químicas.



FIGURA 1 – Lotes pilotos das 16 formulações para ensaios.

Das 16 formulações foram selecionadas as três seguintes.

A formulação F-VIII foi escolhida por possuir a melhor aparência visual quando em contato com a água e por representar o grupo de formulações que possuem como componente principal a glicerina. É solúvel em água.

A formulação F-IV foi escolhida por ser aquela que mais apresenta características semelhantes às dos óleos lubrificantes minerais e ser parcialmente solúvel em água.

A formulação F-XIV foi a terceira a ser escolhida por ser à base de monoglicerídeos de óleos vegetais e espessam em contato com a água formando pastas extremamente viscosas, o que facilitaria o recolhimento em caso de vazamento.



FIGURA 2 – Efeito visual da mistura de 50% óleo e 50% água em cada grupo de formulações.

Foi contratado o Laboratório de Biotecnologia Industrial (LBI) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) para a realização dos ensaios de biodegradabilidade imediata das 3 formulações escolhidas. Nos laudos referentes às análises são descritos as metodologias utilizadas e o detalhamento das análises; conforme constam dos Relatórios Técnicos nº 121 546-205 de 20/04/11, 122 097-205, maio. 2011, 122 121 -205, maio. 2011 do IPT.

Na conclusão dos laudos foi registrado que as três formulações atenderam aos requisitos dos manuais do IBAMA e do OECD para serem consideradas facilmente biodegradáveis, uma vez que atingiram o valor mínimo de biodegradação antes dos 28 dias de ensaios. Com base nestes resultados, e na característica de *total solubilidade em água* a formulação F-VIII foi escolhida para a sequência dos testes de desempenho em uso.

2.3 Experiencia Prática

Decidiu-se fazer uma experiência quanto ao comportamento do novo óleo em uso, em dois pistões independentes fabricados para reproduzir as seguintes condições de operação das comportas: - N° anual máximo de operações: 325; duração da operação: 38 minutos; Tipo de comporta- segmento; Acionamento: dois servomotores de efeito simples para cada comporta (pressão de óleo para abrir/ drenagem de óleo e gravidade para fechar); pressão de trabalho do servomotor: 168 bar; pressão máxima de trabalho do servomotor: 207 bar; pressão de atuação do pressostato para pressão alta: 195 bar; pressão de atuação do pressostato para pressão baixa: 30 bar; velocidade de abertura dos servomotores: 0,14 m/min.; velocidade tangencial de abertura: 0,3 m/min manobrando uma e 0,15 m/min.; vazão máxima da bomba diesel: 20 l/min.; velocidade tangencial de abertura da comporta com grupo diesel de emergência: 0,15 m/min. Ver Figura 3.



FIGURA 3 – Foto dos pistões operando com o novo óleo durante teste de desempenho.

Um dos pistões operou com o novo óleo por 2 meses seguidos em condições mais severas que as normais das comportas somando as operações de um ano das mesmas. O outro pistão foi destinado a continuar as operações por seis meses, nas condições semelhantes às das operações da usina inclusive alternando-se operações diárias (2 no máximo) com período de até 3 *semanas sem operar* para verificar se ocorre decantação ou precipitação de alguma natureza no óleo, e simula também uma condição (óleo parado) que acontece no ciclo anual das comportas, e consequentemente dos cilindros hidráulicos e do óleo em seu interior. Amostras foram retiradas periodicamente dos dois cilindros para acompanhar o estado do óleo. A cada amostra retirada, era realizada uma sequência de análises para a verificação de possíveis alterações nas propriedades físico-químicas.

Observou-se nesse ensaio de desempenho que houve um incremento da viscosidade o que pode ser explicado pela perda do material volátil (álcool etílico anidro) devido ao aumento da temperatura durante a execução da operação. A classificação de viscosidade do produto, ISO 46, impõe um limite superior de 10% de viscosidade, ou seja, de 50,6. Para a experiência prática o óleo foi formulado para trabalhar próximo ao limite superior porque se esperava que perdesse viscosidade devido ao desgaste causado pelo funcionamento do equipamento, o que normalmente ocorre com o óleo mineral. Na formulação F-VIII foi usado etanol como solvente, que possui a função

de diminuir a viscosidade e ajudar na transparência do produto final, mas possui um ponto de fulgor baixo e se volatiliza facilmente. Uma alternativa a este é a troca desse solvente por outro solvente com um ponto de ebulição mais elevado, sendo que o mais indicado é o propileno glicol. Este poderia afetar ligeiramente a biodegradabilidade do óleo, mas não afeta sua característica de ser biodegradável. A variação da viscosidade foi momentânea e não evoluiu, indicando que o efeito da evaporação do álcool etílico acabou, e a variação ficou abaixo de 10% continuando dentro da faixa de viscosidade ISO VG 46.

A análise dos resultados da experiência prática mostrou que, para esse teste que não é normalizado, mas sim indicativo, o óleo apresentou desempenho equivalente ao de um óleo hidráulico normal. Não apresentou deterioração e nem alteração de parâmetros físico-químicos, a não ser a alteração de viscosidade que foi inferior a 10%; e cuja solução com ajuste na fórmula já foi implementada.

3.0 - INOVAÇÃO E PATENTE

Antes do início do projeto, em 2.008, foi feita ampla consulta no cadastro de P&Ds da ANEEL e a bancos de patentes nacionais e internacionais para se verificar anterioridade e se poder caracterizar a originalidade do produto que se buscava desenvolver. Em 2.011 foi feita nova busca, antes de se fazer o Pedido de Patente da formulação de nº 8. Em nenhuma das patentes de óleos hidráulicos existentes é citada uma composição de um fluido lubrificante solúvel em água. Em nenhuma das patentes é citada uma composição de um fluido lubrificante que utilize glicerol. O glicerol é um subproduto da produção de ésteres graxos a partir de óleos vegetais ou gordura animal e álcoois leves, como metanol e etanol. O glicerol é um triol totalmente biodegradável e atóxico à saúde humana e à natureza.

A novidade e o efeito técnico da presente invenção é a produção de fluido lubrificante que possui propriedades como solubilidade em água e elevada biodegradabilidade, o que facilita o seu descarte.

É também novidade, e o efeito técnico da presente invenção, a produção de um fluido lubrificante que possui glicerol em sua composição, uma vez que a glicerina é um composto de fácil solubilidade em água e de elevada biodegradabilidade, além de possuir propriedades físico-químicas que somam e ajudam no poder de lubrificação do fluido; sendo inclusive mais barato que óleo mineral quando ambos se encontram ainda sem os aditivos que lhes confere a condição de óleo ISO VG 46. Juntamente com a glicerina, é utilizado um pacote de aditivos, contendo um ou mais compostos, que proporcionam melhorias às propriedades ao fluido lubrificante e possuem a função de antioxidantes, anticorrosivos, antiespumante, antidesgastante e agente de extrema-pressão e de lubrificidade. Finalizando, a composição deste fluido lubrificante é isenta de silicone.

O pedido de patente de invenção foi registrado no INPI – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual sob Nº PI1104576-0, de 26/09/2011.

4.0 - RESULTADOS OBTIDOS

O óleo resultante, biodegradável, é ecologicamente correto e de baixo custo final e com potencial de colocação futura no mercado; evita/minimiza custos de multas e indenizações por danos ambientais e de outros tipos na ocorrência de vazamentos de óleo, que poderiam chegar a milhões de Reais.

Projeta e reforça a imagem da Itapebi, da Termopernambuco e do Grupo Neoenergia como ecologicamente corretos junto às comunidades regionais, que investem em projetos de pesquisa e inovações tecnológicas para o uso eficiente e seguro dos recursos naturais.

Pode-se afirmar que o produto resultante é aderente aos princípios da Sustentabilidade, ao se classificar claramente como ecologicamente correto - economicamente viável - socialmente justo e reúne todas as condições para ser bem aceito, inclusive pelo custo competitivo.

Quanto às perspectivas de aplicação do óleo em sistemas de comportas de usinas hidrelétricas já é uma realidade viável para substituição do óleo VG 46 atual (mineral e não biodegradável) pelo novo óleo biodegradável, mas, como este ainda não recebeu o selo da ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis para ser comercializado, seu uso deve se caracterizar como experimental; sendo então uma decisão técnica e gerencial suportada pelos ensaios já realizados, e por um programa de acompanhamento e ensaios físico-químicos semestrais para detectar qualquer início de anormalidade ou alteração das características.

5.0 - CONCLUSÕES

Foi desenvolvido um óleo hidráulico ISO VG 46 *biodegradável e completamente solúvel em água*, de baixo custo, para uso em sistemas de acionamentos de barragens, visando evitar contaminação da água na eventualidade de vazamentos do óleo desses sistemas. Foram realizados todos os ensaios físico-químicos para caracterizar suas propriedades de um óleo ISO VG 46 e também testes de biodegradabilidade e de desempenho em cilindros hidráulicos nas mesmas condições de operação das comportas. O resultado final é um óleo já em condições de aplicação nos sistemas de acionamentos de barragens. Para poder ser comercializado para qualquer outra finalidade é preciso receber o selo da ANP, necessitando para isso passar por ensaios adicionais de desempenho que incluem avaliação em regime forçado.

O projeto teve caráter preventivo e de proteção ambiental. Sua viabilidade econômica foi baseada no custo a evitar na eventualidade de vazamento da ordem de 3 mil litros de óleo hidráulico mineral (tipo e quantidade em uso no sistema de fechamento das comportas da usina Itapebi) que pode provocar custos da ordem de 1 a 16 vezes o valor original do projeto.

O produto principal do projeto pode ser implantado nas instalações da concessionária, em caráter experimental, por se tratar de um óleo que ainda não possui selo da ANP.

O óleo tem potencial de aplicação em todos os sistemas de acionamentos de comportas e grades das usinas hidrelétricas do País. Para isso necessita sua certificação e inserção no mercado, tendo antes disso que obter o selo da ANP – Agência Nacional do Petróleo, que poderá concedê-lo após o óleo ser submetido a ensaios de desempenho internacionalmente reconhecidos, o que se prevê sejam efetuados fora do Brasil, em laboratórios especializados, fazendo uso de Normas específicas para tais procedimentos.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CARREIRO, R. P., BELMIRO, P. N. A. Lubrificantes & Lubrificação Industrial, Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás Natural e B combustíveis; Editora Inter ciência; Rio de Janeiro, de 2006.
- (2) RUNGE, P. R. F., DUARTE, G. N. Lubrificantes nas Indústrias – Manual Prático Para Engenheiros, Químicos E Técnicos De Produção, Manutenção E Controle, Triboconcept Editora Técnica Ltda., São Paulo, de 1990.
- (3) BORSATO, D., DALL'ANTONIA, L. H., GUEDES, C. L. B., MAIA, E. C. R., FREITAS, H. R., MOREIRA, SPACINO, K. R. Aplicação Do Delineamento Simplex-Centroide No Estudo da Cinética da Oxidação de Biodiesel B100 em Mistura com Antioxidantes Sintéticos, Dep. de Química, Univ. Est. de Londrina, Revista Química Nova, Vol. 33, No. 8, 1726-1731, 2010
- (4) DANTAS, M. B., CONCEIÇÃO, M. M., SANTOS, I. M. G., SOUZA, A. G. Avaliação da Estabilidade Térmica e Reologia do Biodiesel Etílico e Metílico Obtido Através da Transesterificação do Óleo de Milho, Dep. de Química, CCEN, Univ. Fed. da Paraíba, Campus I, João Pessoa – PB; Univ. Fed. de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Campus Cuité, Cuité – PB.
- (5) FREITAS, L., BUENO, T., PEREZ, V. H., CASTRO, H. F., Monoglicerídeos: Produção por Via Enzimática e Algumas Aplicações, Escola de Eng. de Lorena, Univ. de São Paulo, Lorena – SP, Revista Química Nova, Vol. 31, No. 6, 1514-1521, de 2008.
- (6) RODRIGUES, M. F. A., MAIORANO, A. E., LINHARES, D. C., Teste de Biodegradabilidade Imediata pela Medida de Dióxido de Carbono Desprendido em Sistema Aberto, IPT – Cent. de Tec. de Proc. e Produtos, Lab. de Biotec. Industrial, CTPP/LBI, Relatório Técnico 122 097-205, maio de 2011.
- (7) RODRIGUES, M. F. A., MAIORANO, A. E., LINHARES, D. C, Teste de Biodegradabilidade Imediata de Substâncias Hidrossolúveis e Não Voláteis pela Medida do Decaimento da dqo-solúvel, IPT – Cent. de Tec. de Proc. e Produtos, Lab. de Biotec. Industrial, CTPP/LBI, Relatório Técnico 121 546-205, abril de 2011.
- (8) RODRIGUES, M. F. A., MAIORANO, A. E., LINHARES, D. C, Teste de Biodegradabilidade Imediata pela Pedida de Dióxido de Carbono Desprendido em Sistema Aberto, IPT – Cent. de Tec. de Proc. e Produtos, Lab. de Biotec. Industrial, CTPP/LBI, Relatório Técnico 122 121 -205, de maio de 2011.

(9) CHICUTA, A. M., FREGOLENTE, L. V., MACIEL, M. R. W. Síntese de Monoglicerídeos a partir de Óleo de Soja Comercial, VI Cong. Bras. de Eng. Química em Inic. Científica, Lab. de Desenv. de Proc. de Separação – LDPS, Fac. de Eng. Química – Univ. Est. de Campinas, UNICAMP, 2005.

(10) DANTAS, H. J. Estudo Termo analítico, Cinético e Reológico de Biodiesel Derivado Do Óleo De Algodão, Tese de Mestrado, Centro De Ciências Exatas E Da Natureza, Dep. de Química, Univ. Fed. da Paraíba, João Pessoa – PB, Mar. 2006.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Newton J. Guaraldo – Natural de Dois Córregos SP, 30/09/1955. Formado em engenharia elétrica pela Escola de Engenharia Mauá em 1978. Trabalhou 22 anos na concessionária de energia elétrica Eletropaulo Eletricidade de São Paulo SA; experiente em projetos de subestações, estudos e projetos de aterramento, ruído e proteção acústica de transformadores, proteção contra incêndio e contra descargas elétricas atmosféricas, estudos de coordenação de isolamento, planejamento de redes. Atualmente é coordenador e pesquisador participando de equipes de desenvolvimento de P&D's especializado nos temas óleo isolante elétrico, óleo hidráulico, risco de quedas de árvores urbanas, limitação de correntes de curto circuito, e energia solar. Vários artigos em coautoria publicados em Seminários nacionais e internacionais.

Luiz Cláudio Ribeiro – nascido em 1.973, natural de Muriaé MG. Graduado em engenharia elétrica pela Faculdade de Engenharia de Uberaba - MG em 1995. Atualmente é gerente de operações da Usina Hidroelétrica de Itapebi na Bahia. Tem experiência na área de engenharia elétrica, com ênfase em Sistemas Elétricos de Potência e usina de geração de energia.



Felipe D. S. Moreira – natural do Rio de Janeiro RJ, nascido em 16/10/78. Graduado em engenharia civil pela Universidade Católica de Salvador, Bahia em 2.002. Possui MBA Internacional em Gerenciamento de Projetos – SP (EAD) pela Fundação Getúlio Vargas em 2011. Trabalhou na usina geradora C3 do Grupo Neoenergia. Atualmente é gerente de energia na Termopernambuco do mesmo Grupo.



Adelfo B. Barnabé – natural de Maria da Fé MG, nascido em 1964. Graduado em engenharia elétrica pela Faculdade Federal de Engenharia de Itajubá – UNIFEI em 1987. Atualmente é engenheiro especialista participando da execução de projetos de pesquisa e desenvolvimento para concessionárias de energia elétrica. Tem experiência

na área de manutenção e construção de subestações, com ênfase em Transmissão e Distribuição da Energia Elétrica, atuando principalmente nos temas transformadores óleo isolante, soluções ambientais, contenção de óleo e retentor molecular, sistemas de comando, controle e proteção. É coautor de Artigos técnicos sobre produtos resultantes de P&D's incentivados ANEEL e de IT apresentado no XX SNPTTE.



Flávio Faria - natural de Lavrinhas MG, nascido em 1946. Formado em engenharia elétrica na Faculdade Federal de Engenharia de Itajubá – UNIFEI em 1972. Trabalhou 30 anos em empresa concessionária de energia elétrica, atuando nas Áreas de Geração, Transmissão e Distribuição da CESP e Elektro, Estado de São Paulo até 2003. Possui experiência de 10 anos em elaboração, gerenciamento e execução de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento e Soluções de Engenharia; é coautor de vários artigos técnicos nacionais do CITENEL.



Leonard G. B. Leite – natural de Santos SP, nascido em 31/08/83. Graduação em engenharia química pela Faculdade Oswaldo Cruz de S. Paulo em 2.005. Atualmente é gerente de tecnologia no Laboratório Universal de Taubaté SP; possui participação registrada em várias patentes.