



## Capítulo III

# Biodetergente para remoção de resíduos de petroderivados em usinas termelétricas

O Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação (IATI) é um centro de pesquisa localizado em Recife-PE, que atua no desenvolvimento e implementação de soluções tecnológicas inovadoras e sustentáveis para diversos segmentos, em especial para o setor elétrico brasileiro. Sua larga experiência no Programa de P&D regulado pela Aneel o consolida como uma referência para o setor e um dos maiores centros de pesquisa da região Nordeste.

Estão em execução atualmente no IATI 26 projetos de P&D+I junto a geradoras, transmissoras e distribuidoras de todo o país, envolvendo cerca de 120 pesquisadores associados, que viabilizam não só o desenvolvimento, patenteamento e implementação de tecnologias inovadoras para o setor, mas também a capacitação de profissionais e a estruturação de laboratórios e bancadas de testes de alta tecnologia.

Dentre outras áreas de atuação, destaca-se no IATI o desenvolvimento de soluções ambientalmente amigáveis, em especial na área de Biotecnologia, com destaque para equipamentos, materiais e/ou produtos ecoeficientes voltados ao tratamento de efluentes industriais, biorremediação de solos, purificação da água, biotratamento de resíduos, dentre outros.

No ano de 2018, o IATI recebeu da Agência Estadual de Meio Ambiente do Estado de Pernambuco o prêmio Vasconcelos Sobrinho, na categoria Inovação Empresarial, pelo desenvolvimento de um biodetergente atóxico e biodegradável para remoção de resíduos de petroderivados em usinas termelétricas.

O projeto, financiado pelas Centrais Elétricas da Paraíba (Epsa) e executado pelo IATI, teve sua primeira fase concluída no ano de 2020 com grande sucesso. Com o desenvolvimento dessa solução, as usinas termelétricas em todo Brasil passam a contar com um produto de alta eficiência na remoção dos resíduos, sem agredir o meio ambiente, sem gerar resíduos no processo, reduzindo custos operacionais e melhorando as condições de saúde e segurança do trabalho.

### O PROJETO

Na produção de energia em usinas termelétricas a óleo ocorrem inevitáveis vazamentos em diversas partes do sistema de geração, que são controlados pelas equipes de operação e manutenção, tais como no recebimento e transporte do óleo combustível, na lubrificação dos motores e equipamentos, na limpeza de peças, dentre outros.

A crescente automatização do processo produtivo vem aumentando o número de máquinas e equipamentos utilizados na indústria, elevando na mesma medida a demanda das áreas de manutenção responsáveis pela lavagem de peças, pisos e equipamentos impregnados com resíduos oleosos.

Tal atividade resulta ainda em impactos nocivos aos operadores e ao meio ambiente, tendo em vista que o processo manual de limpeza é realizado sob condições insalubres de trabalho (em muitos casos é utilizado até o óleo diesel para limpeza das peças), além de se utilizarem diversos produtos químicos que, em geral, apresentam níveis de eficiência insatisfatórios para esse tipo de aplicação.

Dessa forma, aumentam os custos operacionais da atividade, o tempo para sua execução, bem como se constituem em mais uma fonte geradora de resíduos tóxicos, que requer tratamento antes de sua destinação final. Em geral, costuma-se demandar grande quantidade de horas e equipes numerosas, consumindo tempo e recursos preciosos da empresa. Há ainda uma característica comum às equipes de limpeza que são o alto índice de rotatividade, gerando constantes treinamentos e curvas de aprendizagem dos novos integrantes; alto índice de absenteísmo, devido ao alto grau de insalubridade da atividade; e eventuais ações trabalhistas decorrentes de alegadas patologias dos operadores envolvidos nessa tarefa. Todas elas se constituem em situações indesejadas e



dispendiosas para as empresas.

Pensar em soluções ambientalmente corretas e que, ao mesmo tempo, permitam um aumento nos níveis de eficiência da limpeza e melhoria nas condições de saúde e segurança do trabalho torna-se fundamental para as empresas que valorizam o meio ambiente e a qualidade de vida de seus colaboradores.

Sendo assim, o desenvolvimento desse produto se reveste de grande relevância técnica, econômica, ambiental e humana, possibilitando às usinas a eliminação do uso do óleo diesel para limpeza desses resíduos, uma redução de tempo e custos, além da mitigação dos impactos ambientais do processo.

## RESULTADOS

O biodetergente desenvolvido apresenta características de biodegradabilidade e ausência de toxicidade, capaz de limpar de forma rápida os resíduos de óleo combustível OCB1, diesel e outros impregnados nos motores e peças de usinas termelétricas. Como consequência, obtém-se uma redução da geração de novos poluentes pelo uso de desengraxantes sintéticos ou de solventes químicos e melhores condições de trabalho para os responsáveis por essa atividade.

A partir de provas de conceito e experimentos em laboratório

com diversos tipos de materiais naturais e testes de eficiência, foram desenvolvidas algumas formulações capazes de remover os resíduos impregnados. Experimentos adicionais em laboratório e em campo foram conduzidos ainda para o processo de priorização da melhor formulação, levando em consideração a eficiência de remoção, seu custo, tempo e complexidade de produção. Para tanto, foram realizados testes de limpeza em diferentes superfícies impregnadas com resíduos de óleo, sendo elas: peças metálicas, recipientes de plástico, tanques metálicos utilizados para imersão de peças, equipamentos diversos e azulejos de revestimento.

Com relação aos parâmetros ambientais, foram realizados os ensaios de determinação da biodegradabilidade imediata em sistema fechado (POP-LQF 59.04), por meio da medição de dióxido de carbono desprendido durante 28 dias da amostra selecionada. Já com relação aos testes de toxicidade dos pré-formulados, os mesmos foram conduzidos após dez dias de estocagem, utilizando sementes de vegetais, a fim de demonstrar que a formulação não apresenta toxicidade à natureza.

Na Tabela 1 estão apresentados comparativos entre os resultados de remoção do óleo pesado pela ação de detergentes comerciais normalmente utilizados pelas usinas e as formulações dos biodetergentes desenvolvidos pelo IATI. É comparada também a toxicidade dos respectivos produtos. Como pode ser observado,

# FALE COM UM DE NOSSOS ESPECIALISTAS

A Brametal avança fortemente em soluções para **Telecomunicações, Renováveis e Iluminação Pública**



[brametal.com.br](http://brametal.com.br)



Líder nas Américas em Fornecimento de Estruturas Metálicas para o Setor de Energia Geração, Transmissão, Distribuição.

Conheça nossas soluções:

☎ 27 2103 9436

✉ [comercial@brametal.com.br](mailto:comercial@brametal.com.br)



**TABELA 1 – COMPARATIVO ENTRE PRODUTOS COMERCIAIS E BIODETERGENTES FORMULADOS**

DETERGENTES/DESENGRAXANTE /BIODETERGENTES NATURAIS	REMOÇÃO DE ÓLEO PESADO (%)	TOXICIDADE	BIODEGRADABILIDADE
PRODUTO COMERCIAL 1*	17,30 ± 0,06	tóxico	Não informado
PRODUTO COMERCIAL 2*	42,50 ± 0,10	tóxico	Não informado
PRODUTO COMERCIAL 3*	60,20 ± 0,05	tóxico	Não informado
PRODUTO COMERCIAL 4*	100,00 ± 0,15	tóxico	Não informado
FORMULADO IATI - A	100,00 ± 0,07	atóxico	Sim
FORMULADO IATI - B	100,00 ± 0,09	atóxico	Sim

\* Produtos comerciais normalmente utilizados por ternoelétricas a óleo

os biode detergentes obtidos são atóxicos, representando uma vantagem sobre os detergentes comerciais, além de serem obtidos a partir de fontes biodegradáveis.

Os principais critérios de avaliação das formulações desenvolvidas foram o custo de produção, o tempo de remoção do óleo e a ausência de toxicidade. Nesse contexto, o formulado A foi o mais promissor do ponto de vista econômico. Com relação à biodegradabilidade, foi realizado o teste de determinação, tendo essa formulação apresentado como resultado um alto grau de biodegradabilidade, de 95%. Como parâmetro de aceitação, a amostra deve atingir um mínimo de 60% de biodegradação em 10 dias após atingir 10% de biodegradação inicial. O aspecto da formulação A, priorizada nos testes com base nos critérios citados, é apresentado na Figura 1 a seguir.



**Figura 1 – Aspecto do biode detergente.**

Já a Figura 2 mostra um teste de eficiência de remoção do óleo impregnado, com reduzido tempo de aplicação e reduzido esforço manual em sua limpeza. Observa-se um expressivo aumento da remoção quando comparado a outros detergentes comerciais. Ressalta-se a significativa redução de tempo e esforços na limpeza da peça.

As Figuras 3, 4 e 5 ilustram a eficiência do biode detergente na limpeza de diferentes superfícies encontradas no ambiente industrial, como peças com reentrâncias e tanques de armazenamento. Nota-se o alto poder de remoção e limpeza do produto desenvolvido.



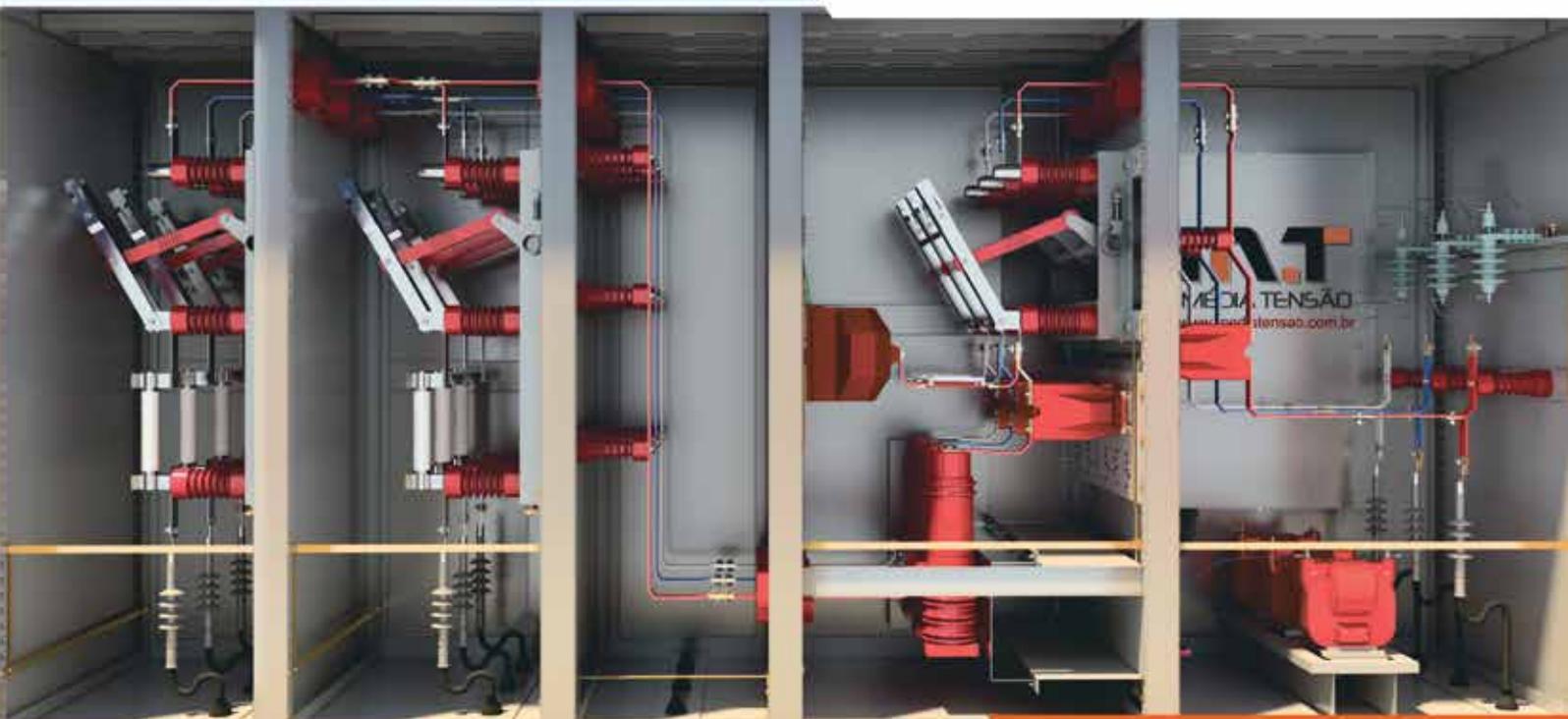
**Figura 2 – Peça metálica antes (A) e após (B) limpeza com biode detergente.**



**Figura 3 – Peças metálicas após a limpeza com desengraxantes convencionais (A e C) e com o biode detergente (B e D).**



**Figura 4 – Limpeza de um tanque metálico utilizado para imersão de peças impregnadas com óleo antes e depois do uso do biode detergente.**

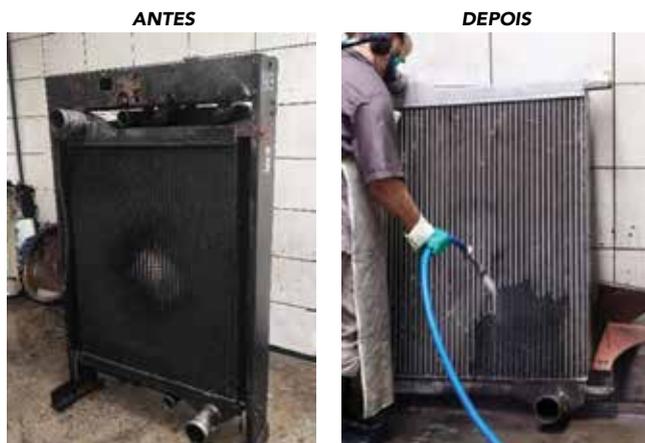


Skid Fotovoltaico e Eletrocentros de 15 a 36kV



Consulte também material de entrada e interligação para cubículos





**Figura 5 – Limpeza de peça metálica do motor impregnada com óleo antes e depois do uso do biodetergente.**

Além da eficiência na remoção de petroderivados em diversas superfícies, o biodetergente apresenta uma importante característica adicional. Observou-se que a aplicação de detergentes comerciais tradicionais ocasiona certo grau de corrosão e abrasão na superfície das peças, característica não observada quando da utilização do biodetergente desenvolvido. Pelo contrário, além de não danificar o material, o produto mantém as peças metálicas lubrificadas e livres de corrosão, pois cria uma camada protetora na sua superfície.

Outro ponto relevante consiste na viabilidade técnica e ambiental do processo de produção. A fabricação do biodetergente não gera nenhum tipo de resíduo perigoso ou nocivo ao meio ambiente, além de não contar com matérias primas de alta toxicidade. Os resultados obtidos demonstram que a formulação se mostra estável e eficiente na remoção do óleo pesado quando comparada aos produtos utilizados comercialmente, apresentando-se como produto promissor para utilização industrial. A formulação obtida pode ser classificada como um “produto multifuncional” da indústria 4.0.

A solução desenvolvida pelo IATI ainda apresenta potencial de utilização por empresas de diversos outros segmentos, além do setor elétrico, que também demandam limpeza de peças e máquinas impregnadas de óleos e graxas, bem como limpeza de pisos sujos por resíduos de petroderivados. Além da redução dos impactos ambientais pelo uso de produtos atóxicos e biodegradáveis e da redução dos riscos de saúde dos trabalhadores, é fundamental ressaltar o impacto positivo desse novo produto no mercado, pelo desenvolvimento e uso de soluções ecoeficientes e inovadoras.

## CONCLUSÃO

Os testes laboratoriais e de campo demonstraram que

a utilização do biodetergente tem o potencial de redução de cerca de 80% dos custos atualmente incorridos pelas empresas, envolvendo redução de mão de obra, tempo, quantidade de detergentes e redução/eliminação da compra de outros produtos associados ao processo de limpeza.

Os benefícios são ainda maiores quando contabilizados:

- Aumento no valor de venda da borra oleosa da saída do separador água-óleo das usinas, uma vez que o biodetergente terá ação sobre esse processo, reduzindo o teor de água no final desse processo;
- Redução de riscos de causas trabalhistas na justiça por operadores que se sentirem com a saúde prejudicada pela constante exposição ao diesel e outros produtos tóxicos usados na limpeza ao longo dos anos de serviço;
- Redução dos riscos de saúde dos trabalhadores associados ao uso de produtos tóxicos no processo de limpeza, reduzindo o absenteísmo, a rotatividade e os acidentes ou ações nocivas à saúde do trabalhador;
- Redução de impactos ambientais pelo uso de produtos atóxicos e biodegradáveis;
- Impacto positivo na imagem institucional das empresas, pelo desenvolvimento e uso de soluções ambientalmente amigáveis.

O produto está avançando em direção à sua inserção de mercado, através da montagem de uma mini fábrica, onde será desenvolvido e aprimorado seu processo de produção em larga escala. Esse é o objetivo da segunda fase do projeto de P&D+I, que está atualmente em curso, sendo financiado pela EPASA, além de mais duas usinas que se interessaram e já estão utilizando de forma piloto o produto, a Termocabo e a EPESA.

Soluções e resultados dessa natureza são continuamente perseguidos pelo IATI em seus projetos, no intuito de dar aplicabilidade, efetividade e retorno aos investimentos das empresas no âmbito do Programa de P&D do setor elétrico regulado pela Aneel.

*Leonie Asfora Sarubbo é Doutora em Engenharia Química pela Unicamp, Diretora Acadêmico-Científica do IATI, coordenadora do projeto de P&D Biodetergente, professora da Universidade Católica de Pernambuco e professora colaboradora da Universidade Federal de Pernambuco | leonie.sarubbo@iati.org.br*

*Guilherme Cardim Gouveia de Lima é Mestre em Engenharia de Produção pela UFPE, Diretor Presidente do IATI, com 15 anos de experiência na gestão e execução de projetos de P&D Aneel | guilherme.cardim@iati.org.br*

# ITAIPU

## TRANSFORMADORES

### TRANSFORMADORES DE FORÇA

#### APLICAÇÕES

Subestações de distribuições de concessionárias, subestações industriais e outras.

#### CARACTERÍSTICAS

15kV, 24.2kV, 36.2kV,  
72.5kV e 145kV  
ABNT/IEC



### TRANSFORMADORES COMPACTOS

#### APLICAÇÕES

Comércio, indústrias, concessionárias de energia elétrica, cooperativas, instaladoras, empreiteiras, dentre outras.

#### CARACTERÍSTICAS

15kV, 24.2kV, 36.2kV,  
ABNT/IEC



Av. Sérgio Abdul Nour, 2106  
Distrito Industrial II  
CEP 14900 000, Itápolis, SP, Brasil  
+55 16 3263 9400  
[www.itaiputransformadores.com.br](http://www.itaiputransformadores.com.br)