

Estudo e desenvolvimento de produtos para a limpeza de EPI's e EPC's utilizados em redes energizadas

Rafael Pires Machado^a, Diego Da Luz Munhoz^b, Edemir Luiz Kowalski^a, Eduardo Kazumi Yamakawa^a, Fabiano Augusto Garcia^b, Geovane Lourenço^a, Guilherme Cunha Da Silva^a, Guilherme Rachele Hernaski^a, João Flávio Teixeira De Moraes^b, Joseane Valente Gulmine^a, Leandro Fontana Pires^a, Rodolfo Tureck^a, Tiago Mariano Pedroso^b, Vera Lúcia Pietruk Zarpellon^b, Victor Salvino Borges^a, Victor Simião^a

^a LACTEC (Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – 81531-980 – Curitiba – PR – Brasil) Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 – Jardim das Américas - rafael.machado@lactec.org.br

^b COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica – 80420-170 – Curitiba – PR – Brasil), Rua Coronel Dulcídio, 800 – Batel - diego.munhoz@copel.com.

Resumo.

Para a realização de atividades em linha viva, é necessário utilizar um ferramental específico confeccionado com materiais isolantes. Os materiais utilizados na confecção desse ferramental são a borracha, o polietileno e compósitos com fibra de vidro. Uma contribuição importante na manutenção das propriedades de isolamento deste ferramental é a necessidade de que antes e após a realização das atividades em campo o ferramental passe por processo de limpeza. A incompatibilidade dos produtos químicos usados para a limpeza dos materiais isolantes acelera os processos de degradação, bem como reduz seu tempo de vida, elevando os custos com a manutenção, além de poder aumentar os riscos de acidentes com os eletricitistas que utilizam estes materiais para trabalhos em linha viva. Este projeto teve por objetivo desenvolver produtos químicos que possam ser aplicados às ferramentas de linha viva na realização da limpeza, sem acelerar os processos de degradação e sem comprometer as propriedades mecânicas e elétricas destas.

Palavras chave: Equipamentos para linha viva, produtos detergentes, metodologia para limpeza, ensaio de compatibilidade química, análise de materiais dielétricos.

Study and development of products for the cleaning of EPI's and EPC's used in energized networks

Abstract.

In order to carry out activities in a live line, it is necessary to use a specific tooling made with insulating materials. The materials used in the manufacture of this tool are rubber, polyethylene and composites with fiberglass. An important contribution in the maintenance of the properties of insulation of this tooling is the need for before and after the accomplishment of the activities in the field the tool goes through a cleaning process. The incompatibility of the chemicals used to clean the insulation materials accelerates the degradation processes, as well as reduces their life time, increasing maintenance costs, and can increase the risk of accidents with the electricians who use these materials for live online jobs. This project aimed to develop chemical products that can be applied to live-line tools in cleaning, without accelerating degradation processes and without compromising mechanical and electrical

properties.

Key-words: Live line equipment, detergent products, cleaning methodology, chemical compatibility test, analysis of dielectric materials.

1. Introdução.

A necessidade de realização de manutenção das redes energizadas faz com que as concessionárias invistam na formação, qualificação e segurança dos eletricitistas para o serviço em linha viva. O serviço com redes energizadas torna-se cada vez mais imprescindível às concessionárias de energia, em função das exigências da ANEEL com relação aos índices de frequência, como também ao consumidor que tem se tornado exigente com relação à qualidade do serviço prestado e por ele pago.

As equipes de linha viva possuem um ferramental específico para a execução de suas atividades em redes distribuição e subestações. Este ferramental garante a integridade do eletricitista, bem como a correta e segura execução das atividades desenvolvidas.

A qualidade do serviço em linha viva, além do treinamento dos eletricitistas, passa pela qualidade do ferramental utilizado, metodologia e procedimento para a execução das atividades. A quantidade de ferramentas hoje disponível no mercado é grande em função das atividades realizadas em linha viva e a cada dia tendem a aumentar em função do avanço da técnica empregada. Antes e após a execução das atividades em linha viva, os eletricitistas devem realizar a manutenção dos equipamentos de proteção individual (EPI) e equipamentos de proteção coletiva (EPC) utilizados. Esta manutenção basicamente é constituída pela limpeza da ferramenta com a remoção de resíduos, impurezas e suor, buscando evitar os processos de degradação no material bem como danos à saúde do usuário. Os produtos normalmente utilizados neste processo de limpeza geram muita discussão, pois não são produtos com desenvolvimento comprovado para esta aplicação, além de não produzirem os resultados esperados, segundo as informações fornecidas pelos eletricitistas da COPEL.

Normas técnicas recomendam que sejam utilizados produtos como água e detergentes neutros, ou ainda, produtos recomendados pelos fabricantes [1-6]. Muitas vezes a simples lavagem com água e produtos neutros não produz resultados satisfatórios segundo as informações repassadas pelos eletricitistas. Com relação aos produtos de limpeza recomendados por fabricantes têm-se apenas alguns importados, onde a eficácia e compatibilidade foram verificadas neste projeto. A indústria brasileira ainda não atende esta necessidade das concessionárias observando-se, portanto, uma contribuição original e de relevada importância desta pesquisa ao setor elétrico brasileiro.

O projeto PD-2866-0242/2011 intitulado “Estudo e desenvolvimento de produtos para limpeza de equipamentos de linha viva” teve como objetivo geral desenvolver produtos químicos compatíveis com os materiais empregados na confecção de ferramentas de linha viva a citar, elastômeros, polietileno e compostos de fibra de vidro, que serão aplicados na realização da limpeza destas ferramentas.

Para atender este objetivo, a metodologia abordada envolveu um trabalho de análise das sujidades presentes nas ferramentas de borracha, polietileno e fibra de vidro. Após isso, foi realizada uma seleção de produtos nacionais e internacionais,

bem como de produtos químicos para a formulação de novo produto. Estes produtos selecionados foram testados quanto a sua compatibilidade com os materiais presentes em equipamentos de proteção individual e coletiva. Este ensaio de compatibilidade foi realizado para avaliar as propriedades mecânicas e elétricas destes materiais. Após isso, a formulação selecionada foi incorporada na forma de produto final.

2. Breve revisão sobre produtos detergentes.

Os sabões e detergentes possuem em sua composição surfactantes ou tensoativos, plastificantes, corantes, pigmentos, ligantes, potenciadores de espuma, fragrância, água etc. As substâncias mais importantes para ação de limpeza são os surfactantes, que tem como função permitir maior interação da água (polar) com substâncias encontradas nas sujidades (apolares). [7-8]

Os surfactantes diminuem a tensão superficial da água permitindo que substâncias apolares possam ser parcial-mente solúveis nela, e assim facilitando a remoção da sujeira. Estes compostos possuem atividade na superfície da interface entre duas fases, por exemplo: água-óleo e superfície de sólidos, facilitando a solubilização de espécies que não são solúveis no meio reduzindo a tensão superficial da água (quando dissolvido em água) e alterando de maneira análoga a tensão interfacial de dois líquidos.

Os surfactantes do sabão, que são produtos obtidos de origens naturais a partir de matérias graxas (gordura animal e óleos vegetais), em meio aquoso adquirem características aniônicas dos detergentes sintéticos, que efetuam a lavagem mediante o mecanismo de redução da tensão superficial. Estes compostos caracterizam-se por possuírem duas regiões distintas na mesma molécula quando em solução aquosa, uma parte polar hidrofílica (possui afinidade com a água) geralmente iônica, e outra apolar hidrofóbica (possui repulsão pela água). Em sistemas não-aquosos a parte da molécula (polar) é liofóbica (repulsão por solventes) e a apolar é liofílica (atração por solventes). É possível caracterizar os surfactantes quimicamente como:

- Surfactante Aniônico: Grupo hidrofílico carregado negativamente. Geralmente apresentam excelentes propriedades de detergência e poder espumante, não precipitam com água dura ou na presença de ácidos. Como exemplo tem-se o surfactante dodecilbenzeno sulfonato de sódio que é utilizado comumente nos detergentes de cozinha e produtos de limpeza em geral. Apresentam problemas de solubilidade em água, na presença de eletrólitos, e é causador de irritação e perda de umidade na pele. Outro exemplo é o lauril éter sulfonato de sódio possui excelentes características como poder espumante, capacidade de remoção para sujeira oleosa, solubilidade em água, tolerância a eletrólitos e compatibilidade com a pele, sendo seu uso muito difundido em produtos cosméticos.

- Surfactantes Catiônicos: Grupo hidrofílico carregado positivamente. São os quaternários de amônio produzidos pela reação de substituição nucleofílica de haletos de alquila por aminas. Sua ação sobre a tensão superficial é devida a grande cadeia carbônica lipofílica, unida a um grupo básico hidrófilo. Apresentam fraco poder detergente, características umectantes e de grande poder de dispersão. Podem ser inativados ou precipitados por agentes aniônicos como o sabão. Agem como lubrificantes e em algumas formulações, possuem a capacidade de eliminar a

eletricidade estática e é utilizado em produtos de limpeza para tecidos e cabelos.

- **Surfactantes Não Iônicos:** Não apresentam nenhuma carga elétrica em suas moléculas, mas possuem uma parte lipofílica e outra hidrofóbica que se solubiliza em água ligando-se a esta através de pontes de hidrogênio. São empregadas em formulações com características de baixa formação de espuma, proporcionando ação desespumante, incremento de detergência e emulsionante.

- **Surfactantes Neutros:** Possuem grupamento hidrofílico, e por possuir maior interação com a água e normal-mente possuem menor interação com o meio hidrofílico.

- **Anfóteros:** Esse tipo de molécula surfactante contém potencialmente cargas positivas e negativas. Encontram-se na maioria como compostos nitrogenados. As propriedades dos anfóteros dependem do pH do meio, pois tanto o núcleo aniônico quanto o catiônico da molécula pode ocorrer na forma protonada bem como na não protonada em função do pH. Como atuam em ampla faixa de pH são utilizados na preparação de produtos mais elaborados.

3. Desenvolvimento da pesquisa.

3.1. Análise de sujidades

Com o uso de algodão e raspagem foram coletados, em campo, sujidades impregnadas em equipamentos de linha viva. Estas amostras foram analisadas quanto as suas propriedades físico-químicas, por meio de extração.

Para extração as amostras foram colocadas sobre papel de filtro e este papel de filtro em um funil de vidro seguida da lavagem com excesso de acetona em grau P.A. para extração de componentes orgânicos, sendo este filtrado depositado em um copo de Becker.

Este material foi deixado secar durante o período de 4 dias. As condições de secagem foram as condições ambientais conduzidas em uma capela para exaustão dos gases do solvente.

Após a secagem, as amostras foram novamente filtradas utilizando o mesmo arranjo, porem foram extraídas com água deionizada (água Mili-Q). Esta extração foi realizada para solubilização de componentes inorgânicos presentes nas sujidades.

A mistura destes dois extratos, com acetona e com água, foram avaliados com o auxílio de um pHmêtro, marca Digimed DM-22, e de um condutímetro, marca Digimed DM-31, acoplados a um eletrodo combinado de Ag-AgCl com barreira iônica.

Os resultados desta análise mostraram que:

O pH das sujidades é neutro ou levemente ácido (menor que 7), assim sendo para eficácia de limpeza o produto detergente deverá ser neutro ou levemente básico (acima de 7, até o valor máximo de 10).

A condutividade das sujidades máxima foi de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o qual indica que o produto de limpeza poderá ter no máximo a mesma ordem de grandeza, em solução. Assim sendo valores de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ serão considerados como muito altos.

3.2. Seleção de produtos químicos e detergentes para uso em material de linha viva.

Para formulação de produtos, foi realizado um levantamento de mercado nacional, no qual não foi encontrado nenhum fabricante de produtos dedicados à linha viva.

Dentre os produtos de limpeza de uso geral, foram selecionados alguns produtos, quanto ao seu princípio ativo e formulação compatível aos materiais poliméricos. Estes produtos foram enumerados como sendo PN 1 a 7

No mercado internacional foram encontradas algumas alternativas de produtos dedicados à limpeza de equipamentos de linha viva. Dentre as alternativas, foi possível importar 5 produtos, aqui enumerados de PI 1 a 5.

Quanto a produtos químicos foram testados solventes e compostos para serem utilizados visando a formulação.

Para esta análise foi utilizado o mesmo equipamento e critérios para conclusões descritos no item Análise de sujidades (item A).

Em complemento foram realizadas análises quanto à forma de aplicação dos produtos de limpeza:

- a) Aplicação realizada com algodão a uma velocidade aproximada de 37 cursos duplos por minuto;
- b) Aplicação com esponja de louça, com a parte mais abrasiva, na velocidade aproximada de 37 cursos duplos por minuto;
- c) Imersão por 5 minutos em ultrassom;
- d) Imersão por 24 horas a temperatura ambiente.

Foram testadas amostras de polietileno, compostos de fibra de vidro e borracha para avaliação quanto aos métodos de aplicação utilizando água. Por meio de microscopia óptica observou-se nas amostras de borracha maior presença de riscos e deformações nas superfícies devido ao método de aplicação do produto. Assim sendo, utilizou-se a borracha para esta avaliação, onde se buscou minimizar estas alterações superficiais.

Estes resultados foram reunidos na forma de tabela de cores, indicando qual produto está aprovado (em verde), qual foi reprovado (em vermelho) e qual foi inconclusivo (em amarelo)

Para a compatibilidade elétrica dos produtos detergentes foram realizadas medidas de resistividade superficial e volumétrica para amostras de lençol e luva isolante. Para tanto foi utilizado o equipamento HP 4329 A (High resistance meter) dotado de chave seletora e célula para medida de resistividade.

Os resultados podem ser visualizados nos gráficos apresentados nas Figura 1 e Figura 2.

Com base em bibliografia técnica [9-12] de avaliação de materiais, a resistividade superficial e volumétrica não deve ser alterada em mais do que uma ordem de grandeza. Este foi o critério de seleção adotado.

3.3. Formulação de produtos

Um detergente comercial é uma solução química complexa. E como tal apresenta um produto solvente, um princípio ativo dissolvido e outros princípios adjudantes. Logo na formulação do produto de limpeza há necessidade de um solvente, ou seja, em meio para se diluir o princípio ativo de limpeza. Assim os solventes menos agressivos aos materiais poliméricos foram à água, a qual foi aplicada à temperatura de 60 C, e o álcool isopropílico, aplicado à temperatura ambiente. Como estes solventes atuam sobre o material a ser limpo, e serão base das formulações foram avaliadas as alterações produzidas por estes solventes sobre as amostras.

Com base nos resultados obtidos no item b, buscou-se formular produtos para

limpeza e proteção de EPI e EPC. Na literatura [8] e nos produtos comerciais, a ordem de formulação é de agente detergente, compatibilizante, agente de proteção e dispersante.

Com este raciocínio, formularam-se três produtos intitulados LACTEC/COPEL 1 a 3. Estes produtos foram testados quanto à compatibilidade mecânica e elétrica.

Produto	Surfactante	pH	Condutividade (µS/cm)	Microscopia Óptica	MEV
PN1	Aniônico				
PN2	Aniônico				
PN3	Neutro				
PN4	Catiônico				
PN5	Não Iônico				
PN6	-				
PN7	-				
PI1	-				
PI2	-				
PI3	-			Incham.	
PI4	-				
PI5	-				
Água Deionizada	Solvente				
Álcool Isopropílico	Solvente				
Acetona	Solvente				
Alcool Cetosteárfílico	Não Iônico				
Dietanolamina	Anfótero				
Vaselina Líquida	Não Iônico				
Triton X	Aniônico				
Dodecil Sulfato de Sódio					
Etileno Glicol	Anfótero				
Tretanolamina	Anfótero				
Glicerina	-				
EDTA	Espessante				

Tabela 1. Resultados das análises físico-químicas e morfológica.

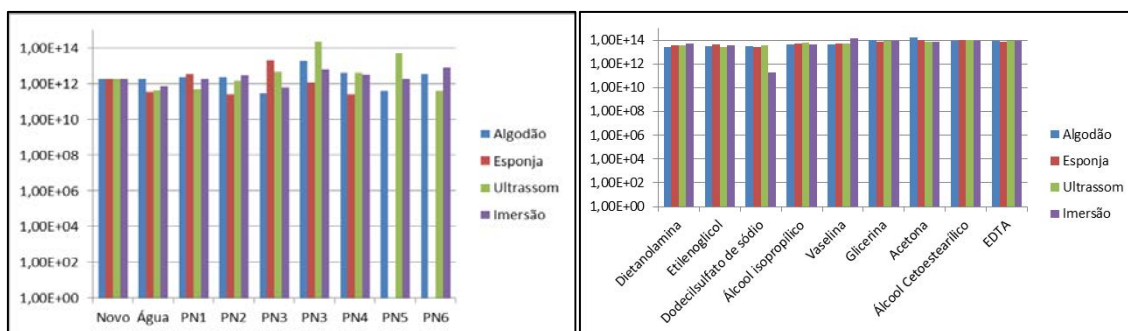


Figura 1. Gráficos comparativos da resistividade superficial (Ω) pelo produto utilizado.

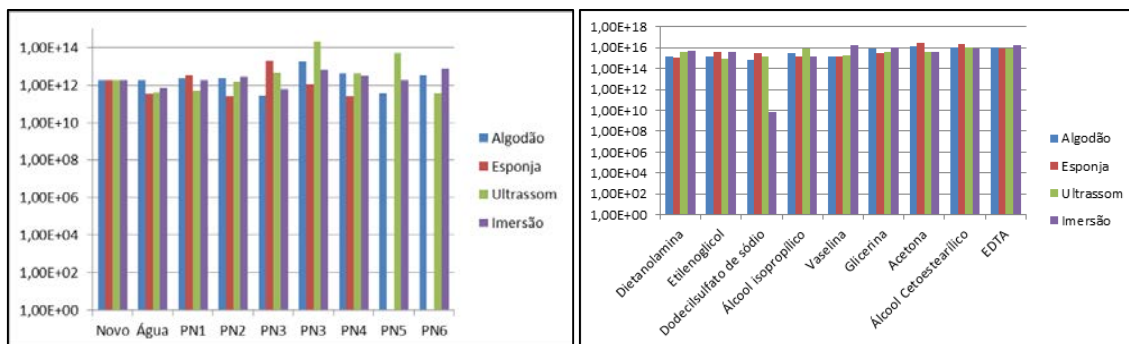


Figura 2. Gráficos comparativos da resistividade volumétrica ($\Omega \cdot \text{cm}$) pela formulação utilizada.

3.4. *Compatibilidade das propriedades mecânicas e elétricas.*

De forma resumida, a avaliação da compatibilidade foi realizada tomando-se como referência as propriedades elétricas e mecânicas das amostras novas. Uma alteração destas propriedades em até 20% é considerada aceitável pelas normas técnicas, tendo sido este o critério de compatibilidade adotado. Concluído este processo de estabelecimento de metodologia foi realizado envelhecimento térmico nas amostras de polietileno, borracha (lençol e luva) e compósitos de fibra de vidro. As amostras foram colocadas em imersão por 48, 168 e 240 horas para avaliação da compatibilidade mecânica e elétrica. Os produtos à base de água foram colocados a temperatura de 60° C e os produtos à base de álcool isopropílico foram monitorados a temperatura ambiente.

A metodologia utilizada foi a estabelecida pela norma NBR NM IEC 60811-1-1 [13]. Após o condicionamento estes corpos de prova foram tracionados no equipamento INSTRON, modelo 4467, com velocidade de separação das garras de 50 mm/min, temperatura de 21° C e comprimento inicial de 20 mm.

Foram realizados os estudos de compatibilidade elétrica dos solventes utilizados para formulação dos detergentes, bem como dos detergentes colocados em interação com os materiais aplicados aos equipamentos de linha viva. Assim foram realizados ensaios elétricos em material retirado de vara de manobra, coberturas isolantes rígidas, borracha Salcor e borracha retirada de lençóis isolantes. Os corpos de prova eram constituídos por:

- Coberturas Rígidas: Foram retiradas amostras de coberturas rígidas de condutor e condutor e circular a partir dos equipamentos sendo as mesmas recortadas em placas de tamanho 12 cm x 12 cm;
- Borracha Salcor: Foram retiradas amostras dos equipamentos mangas e luvas isolantes confeccionadas com a borracha Salcor com tamanho de 10 cm x 10 cm;
- Vara de Manobras: Foram retiradas amostras dos equipamentos vara de manobra com tamanho de 12 cm;
- Lençóis Isolantes: Foram retiradas a partir dos equipamentos amostras de lençol isolante confeccionado em borracha natural com medidas de 12 cm x 12 cm.

Os produtos tiveram suas medidas elétricas realizadas sempre sobre as mesmas

amostras sendo estas realizadas sobre as amostras em condição sem interação, denominada de nova, e com interação com os produtos de limpeza e solventes por 48, 168 e 240 horas. Os ensaios foram de duas naturezas:

- a) Corrente elétrica contínua (Polarização/Despolarização): Para as medidas das curvas de despolarização utilizou-se uma fonte de tensão CC da marca Matsusada, com tensão máxima de 50 kV, ligada uma caixa de chaveamento desenvolvida no Lactec, porta amostra desenvolvido no LACTEC com controle de pressão, um eletrômetro da marca Keithley modelo 6514 e um computador para aquisição dos dados. Para se realizar esta medida a amostra foi mantida entre os eletrodos sobre uma pressão constante fornecida por uma mola e aplica-se uma tensão degrau contínua de 10 kV para coberturas rígidas e borracha Salcor e 0,5 kV para lençóis isolantes por um intervalo de tempo de 2000 s. Após esse período, o campo elétrico foi removido abruptamente e mede-se na sequência a corrente de descarga do dielétrico $i_d(t)$, pelo mesmo período de tempo. Esta curva também é conhecida como corrente de despolarização. As medidas foram realizadas no ambiente com temperatura e umidade controlada em 23° C e 60%, respectivamente;
- b) Corrente elétrica alternada: Neste ensaio foram aplicadas sobre as amostras tensões com frequências de 60 Hz, utilizando-se um Sistema Móvel de Análise & Diagnostico de Isolação (MIDAS) fabricado pela Tettex. Esta técnica consiste em aplicar sobre a amostra tensões crescente e medir as respectivas correntes que fluem através da mesma. O arranjo experimental construído para esta medida consiste em conjunto de eletrodos utilizados no ensaio de polarização e despolarização com controle de pressão no caso das amostras planas. Para as amostras cilíndricas retiradas de varas de manobra, utilizaram-se como eletrodos fitas metálicas de cobre colocadas sobre as amostras e separadas por uma distância de 3,5 cm.

Os resultados obtidos foram que:

- a) Para o Solvente água o produto que apresenta a melhor compatibilidade é o produto LACTEC/COPEL 1 e o que não pode ser aplicado é o produto PN3. O Produto LACTEC/COPEL 1 pode ser aplicado em coberturas rígidas, Borracha Salcor, Varas de manobra, não sendo recomendado para lençóis isolantes. Para lençóis isolante o produto mais recomendado é o produto LACTEC/COPEL 2. Os demais produtos não apresentaram a compatibilidade necessária. Para as propriedades mecânicas o produto PN1 e LACTEC/COPEL 1 foram os que apresentaram performance aceitável;
- b) Para o Solvente Álcool Isopropílico, o produto que apresentou compatibilidade elétrica com todos os materiais foi o produto LACTEC/COPEL 3, sendo recomendado para ser aplicado a todos os equipamentos. O produto LACTEC/COPEL 1 apresentou incompatibilidade com o lençol isolante também. As formulações LACTEC/COPEL 1 a 3 tiveram resultados satisfatórios quanto as suas propriedades mecânicas;
- c) Assim pelos ensaios elétricos e mecânicos recomenda-se a aplicação do solvente álcool isopropílico juntamente com o produto LACTEC/COPEL 3, que poderá ser aplicado a todos os equipamentos ensaiados.

Com a formulação do produto LACTEC/COPEL 3 e a compatibilidade com os

materiais realizada, esta foi incorporada em lenços umedecidos para apresentação final e avaliação da eficiência de limpeza.

3.5. Incorporação de produto ao lenço umedecido

O produto LACTEC/COPEL 3 foi utilizado para a confecção de lenços umedecidos por ser o único compatível de forma físico-química com os materiais de todas as ferramentas nas avaliações, morfológica, elétrica e mecânica. A Figura 3 mostra um diagrama esquemático do processo de incorporação do produto ao lenço.

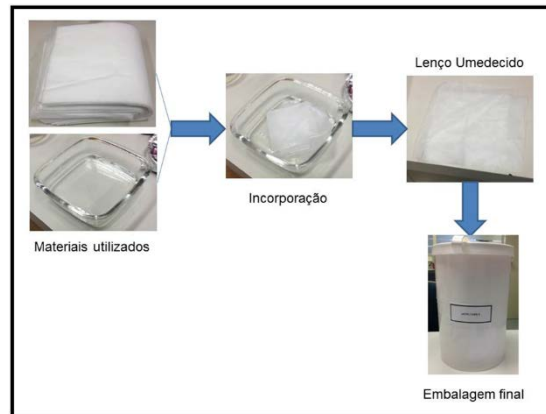


Figura 3. Diagrama esquemático da incorporação de produto ao lenço umedecido.

O lenço umedecido que é demonstrado na Figura 3, foi utilizado um lenço a base de celulose hidrofílica (com capacidade de absorção de líquidos). Este lenço foi colocado dentro da solução do produto LACTEC/COPEL 3, o qual gerou o lenço umedecido. Após passar pelo processo foi colocado na embalagem final, visando a não secagem e conservação do lenço. Este processo é simples e bastante rápido de ser realizado.

3.6. Eficácia de limpeza

Após a incorporação realizou-se a limpeza de coberturas de condutor, varas de manobra e luvas isolante para verificar a eficiência do produto. Esses testes e a eficácia da limpeza podem ser verificados da Figura 4 à Figura 6.



Figura 4. Limpeza de luva isolante confeccionada em material elastomérico. Neste material nota-se que manchas e marcas brancas foram limpas durante o processo.



Figura 5. Limpeza de cobertura de conduto confeccionada em polietileno. Neste material nota-se que manchas e marcas enegrecidas foram limpas durante o processo.



Figura 6. Limpeza de varra de manobra confeccionada em fibra de vidro. Neste material nota-se que manchas e marcas enegrecidas foram limpas durante o processo.

Nesta limpeza nota-se que todas as ferramentas foram limpas e não foram observados resíduos visuais na superfície

4. Conclusões.

A proposta do projeto apresentava como objetivo geral: “Desenvolver produtos químicos compatíveis com os materiais empregados na confecção de ferramentas de linha viva a citar, elastômeros, polietileno e compostos de fibra de vidro, que serão aplicados na realização da limpeza destas ferramentas antes e após a realização das atividades”.

Conforme demonstrado neste artigo foram levantados os produtos disponíveis no mercado nacional para limpeza, e foi desenvolvida uma metodologia para ensaio de compatibilidade para materiais de linha viva, visando avaliar-se às propriedades mecânicas e elétricas da interação dos produtos de limpeza com os materiais das ferramentas de linha viva.

Foi realizado um levantamento e aquisição de produtos disponíveis pelo mercado internacional, bem como a avaliação destes durante todo o projeto.

Foram desenvolvidas três formulações novas e específicas para uso em EPI's e EPC's e sua compatibilidade foi avaliada usando-se a mesma metodologia aplicada

aos demais produtos, além disso, uma das formulações desenvolvida foi incorporada a um material a base de celulose formando um lenço umedecido.

Assim sendo, o objetivo geral do projeto foi atingido uma vez que foi desenvolvido o produto para limpeza de ferramental, compatível com o polietileno, compósitos de fibra de vidro e material elastomérico. Com este objetivo atingido, iniciou-se o trabalho de elaboração da proposta de continuidade do projeto.

5. Referências.

American Polywater Corporation. Disponível em: <www.polywater.com>.

Cabos cobertos com material polimérico para redes aéreas compactas de distribuição em tensões de 13,8 kV a 34,5 kV, Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 11873:Rio de Janeiro, 2003

F. Tomczak “*Correlação entre ensaios de resistência ao trilhamento elétrico.*” 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

G. Broze, *Handbook of detergents: Part A – properties*. New York: Marcel Dekker, Inc., 1999.

Hasting Catalog Care & Maintenance. Disponível em: <<http://www.hfgp.com/fb-catalog/#/09/>> .

Hubbel Productos para reparación y almacenaje de herramientas. Disponível: <http://www.hubbellpowersystems.com/catalogs/lineman/es/2500Spanish.pdf>.

Methods of test for volume resistivity and surface resistivity of solid electrical insulating materials. International Electrotechnical Commission. IEC 93: Geneva (Suíça), 1980.

NBR NM IEC 60811-1

O. G. Zago Neto, J. C. Del Pino. *Trabalhando a química dos sabões e detergents*. Disponível: <<http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publica-coes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf>>.

Produtos Grillex Tabela de indicação de produtos. Disponível em: <http://www.grillex.com.br/tabela_indicacao.htm>.

Raiwbow Technology Hot Stick clean & repel. Disponível: <http://www.rainbowtech.net/products/view.php?cn=3963>.

Standard test method for DC resistance or conductance of insulating materials. American Society For Testing And Materials. ASTM D 257, West Conshohocken, PA (USA), 1993.

Tecnexus. Inspeção e Limpeza. Disponível em: <<http://www.tecnexus.com.br>>.