



XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica
SENDI 2012 - 22 a 26 de outubro
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

| | | |
|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| SERGIO LUIZ B. FRANÇA | UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE | sfranca@vm.uff.br |
| Ricardo Garcia Seixa | Light Serviços de Eletricidade S/A | sfranca@latec.uff.br |
| Marcelo Bouzas Barbosa Teixeira | Light Serviços de Eletricidade S/A | sfranca@latec.uff.br |
| Marcell Guimaraes Cordeiro | Light Serviços de Eletricidade S/A | sfranca@latec.uff.br |
| Edson Muniz de Carvalho | Light Serviços de Eletricidade S/A | sfranca@latec.uff.br |
| CESAR VIANNA MOREIRA | Fundação Coge | cesar@funcoge.org.br |
| OSVALDO LUIZ G. QUELHAS | UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE | quelhas@latec.uff.br |
| MARCELO JASMIM MEIRINO | UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE | marcelo@latec.uff.br |
| ALBERTO DE OLIVEIRA BARROS | UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE | albertobarros1@hotmail.com |

Desenvolvimento de Sistema de Rastreamento de Equipamentos de Proteção Utilizando a Tecnologia de Radiofrequência

Palavras-chave

equipamento de proteção
radiofrequência
rastreamento de equipamentos
segurança do trabalho

Resumo

Este artigo tem como objetivo geral apresentar o processo de desenvolvimento de um sistema de rastreamento de equipamentos de proteção individual e coletiva. Trata-se do resultado de um Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) realizado mediante iniciativa da Diretoria de Gente e da Gerência de Segurança e Medicina da LIGHT em parceria com a Fundação COGE e o LATEC/UFF (Laboratório de Tecnologia, Gestão de Negócios e Meio Ambiente da Universidade Federal Fluminense). Esse sistema visa garantir que os eletricitistas se desloquem para os locais de trabalho portando os equipamentos de proteção necessários, bem como assegurar a validade dos ensaios dielétricos dos mesmos para executar suas atividades com segurança. O projeto de P&D baseou-se em dados coletados a partir de pesquisa bibliográfica na área de sistema de rastreamento e tecnologia por Radiofrequência, pesquisas documentais, ensaios práticos em laboratórios e testes de campo.

1. Introdução

1.1 Considerações Iniciais

O estudo foi desenvolvido visando à segurança do trabalhador que executa suas tarefas no Sistema Elétrico de Potência (SEP) e também atender integralmente ao disposto na NR-6, que trata de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), no que se refere às responsabilidades do empregador. Espera-se que o estudo possa contribuir para melhorias na utilização do EPI adequado pelo trabalhador, na medida em que irá ampliar o controle dos equipamentos de proteção que ele deverá portar para executar suas atividades com segurança.

Em linhas gerais, os Equipamentos de Proteção devem ser disponibilizados aos trabalhadores de acordo com os riscos os quais estes estão expostos, devendo ser fornecidos pela empresa. Existem responsabilidades dos trabalhadores, a exemplo de guardar e conservar, bem como fazer o seu uso corretamente e solicitar a substituição dos equipamentos de proteção danificados. Cabe à empresa fornecer os equipamentos adequados aos riscos existentes, treinar e conscientizar os trabalhadores e garantir o seu uso. No caso deste Projeto na Light, este assunto está relacionado ao fornecimento de equipamentos como luvas isolantes, capacetes, varas de manobras e outros para os eletricitistas que trabalham no SEP.

Os equipamentos de proteção devem estar relacionados aos trabalhadores que desempenham suas tarefas de campo. Para facilitar a operacionalidade deste registro, o projeto de P&D descrito neste artigo deverá permitir maior facilidade no controle da utilização dos Equipamentos de Proteção para melhorar o desempenho dos resultados das atividades relacionadas à segurança do trabalho. Os sistemas de controle destes Equipamentos, geralmente, são pouco eficientes, realizados manualmente e de forma individual, gerando desperdícios, utilização sem controle, utilização dos equipamentos de proteção fora do seu prazo de validade e em alguns casos, a não utilização nos locais de trabalho. Não existe um contato direto e eficiente com o centro de controle, o que compromete a eficácia do processo. Além destes fatores, não se tem conhecimento em literatura de empresas brasileiras que atuam no setor de energia adotando o tipo de tecnologia de rastreabilidade por meio de radiofrequência proposta neste artigo, que representa um método de identificação automática através de sinais de rádio, recuperando e armazenando dados remotamente através de dispositivos chamados de etiquetas de radiofrequência (RFID).

O fator motivador desta pesquisa leva em consideração a segurança do trabalhador, a redução do desperdício e a melhoria dos resultados financeiros da empresa. Para este fim, o objetivo geral é apresentar o processo de desenvolvimento de um sistema de rastreamento de EPI e EPC, que permita a eficácia do controle e uso dos equipamentos de proteção, buscando as condições ideais de operação e a redução do risco de acidentes para o trabalhador. Neste trabalho, pesquisadores e consultores da Fundação COGE e do LATEC/UFF, junto com empregados da LIGHT, somaram esforços para integrar as tecnologias existentes, o conhecimento dos pesquisadores, as características das atividades dos eletricitistas e a necessidade da LIGHT com o objetivo de alcançar os melhores resultados.

1.2 Histórico das Tecnologias de Rastreamento por Radiofrequência

A tecnologia de rastreamento por IRF tem suas raízes nos sistemas de radares utilizados na [Segunda Guerra Mundial](#). Os alemães, japoneses, americanos e ingleses utilizavam radares, que foram descobertos em 1937 por Sir Robert Alexander Watson-Watt (físico escocês), para avisá-los com antecedência de aviões enquanto eles ainda estavam bem distantes. O problema era identificar dentre esses aviões qual era inimigo e qual era aliado. Os alemães então descobriram que se os seus pilotos girassem seus aviões quando estivessem retornando à base iriam modificar o sinal de rádio que seria refletido de volta ao radar. Esse método simples alertava os técnicos responsáveis pelo radar que se tratava de aviões alemães (esse foi, essencialmente, considerado o primeiro sistema passivo de IRF).

No começo da década de 90, engenheiros da IBM desenvolveram e patentearam um sistema de IRF baseado

na tecnologia UHF (Ultra High Frequency). O UHF oferece um alcance de leitura muito maior (aproximadamente 6 metros sobre condições boas) e transferência de dados mais velozes. Apesar de realizar testes com a rede de supermercados Wal-Mart, não chegou a comercializar essa tecnologia. Em meados de 1990, a IBM vendeu a patente para a Intermec, um provedor de sistemas de código de barras. Após isso, o sistema de IRF da Intermec tem sido instalado em inúmeras aplicações diferentes, desde armazéns até o cultivo. Mas a tecnologia era muito custosa comparada ao pequeno volume de vendas, e a falta de interesse internacional.

O IRF utilizando UHF teve uma melhora na sua visibilidade em 1999, quando o Uniform Code Council, o EAN internacional, a Procter & Gamble e a Gillette se uniram e estabeleceram o Auto-ID Center, no [Instituto de Tecnologia de Massachusetts](#). A ideia consiste em colocar apenas um número serial em cada etiqueta para manter o preço baixo (utilizando-se apenas de um micro-chip simples que armazenaria apenas pouca informação). A informação associada ao número serial de cada etiqueta pode ser armazenada em qualquer banco de dados externo, acessível inclusive pela Internet.

2.2 Identificação por Radiofrequência - IRF (Radio-Frequency IDentification - RFID)

Um dos aspectos significativos da tecnologia de IRF é a possibilidade de manter um histórico de manutenção no próprio objeto. As principais preocupações em um processo de manutenção de sistemas complexos podem ser sumarizadas em (AGOSTINI, 2006): informações precisas e atuais sobre os objetos, transferência em tempo real das informações e acesso rápido as bases de conhecimento necessárias para a solução do problema. Outro aspecto é a segurança, pois a tecnologia IRF encontra-se inserida no objeto que se deseja controlar. Desta forma, as ações fraudulentas são tratadas de maneira mais eficaz objetivando reduzir perdas materiais e ganhos em segurança.

A tecnologia IRF ainda propicia uma melhora na documentação do processo de manutenção, permitindo relatórios mais eficientes, além de uma redução dos custos administrativos em decorrência da diminuição da burocracia. Devido à grande preocupação com uma manutenção ágil e eficiente nas empresas, tornando-se, portanto, uma alternativa assaz proveitosa, já que provê facilidades para identificação, localização e monitoramento de objetos físicos.

2.3 Sistema de Funcionamento da Tecnologia IRF

O sistema IRF é formado pelos seguintes componentes: etiquetas, leitores, coletores de dados, antenas e sistema de gerenciamento de dados (FAHL, 2005).

A etiqueta IRF é afixada no objeto e possui um código de identificação único (Electronic Product Code - EPC), podendo conter também alguns dados, tais como: número de série, modelo, cor, manutenção, entre outros, que caracterizam de alguma forma este objeto.

O leitor é o dispositivo que captura e decodifica os dados enviados pelas etiquetas IRF do sistema. Para processar toda informação recebida, o leitor utiliza um chip, o qual possui algumas funcionalidades específicas – memória supereficiente, capacidade de gerenciar dados em tempo real. Na maioria dos casos, o leitor possui uma interface de comunicação para transferir as informações capturadas para o sistema de gerência de dados. Os coletores de dados possuem as mesmas funcionalidades dos leitores, porém eles possuem seu próprio sistema de gerenciamento e armazenamento de dados. O sistema de gerenciamento de dados armazena as informações das etiquetas, que são obtidas pelo coletor ou leitor. Esses dados são atualizados no sistema de controle do inventário ou de gerência de estoque da empresa em tempo real.

2. Desenvolvimento

2.1 Concepção do Sistema de Rastreamento de Equipamento de Proteção

A concepção geral do projeto se inicia com a afixação das etiquetas de IRF (etiquetas de radiofrequência) nos equipamentos de proteção individual, coletiva e crachás dos empregados. O coletor de dados realiza a leitura da etiqueta por radiofrequência, e desta forma torna possível a identificação da etiqueta e consequentemente do equipamento de proteção associado a ela. As informações da etiqueta são armazenadas em um programa computacional (Módulo Móvel).

Em seguida, as informações armazenadas são transmitidas para um computador, que possui um programa computacional (Módulo WEB) também específico para este projeto, e que é compatível com o software instalado no coletor de dados (Módulo Móvel). Este computador, por meio do programa computacional, permite realizar os cadastros (empregados, equipamentos de proteção e equipamentos coletivo e veículos), associações, e consultas previstas no sistema de rastreamento. Estas informações são transmitidas para o Coletor de Dados, para a realização das leituras em campo e o gerenciamento dos equipamentos de proteção utilizados pelos empregados.

Por fim, foi instalado o programa computacional (Módulo WEB) no servidor de banco de dados, a fim de garantir a segurança das informações geradas pelo sistema de rastreamento. A Figura 1 abaixo mostra a concepção geral do sistema de rastreamento de equipamentos de proteção através da tecnologia de radiofrequência.

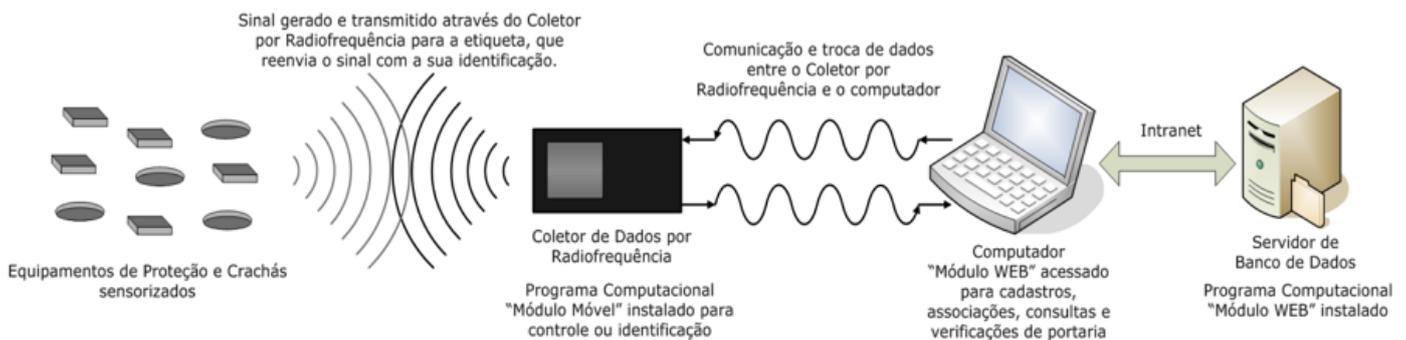


Figura 1 – Diagrama de leitura do sistema de rastreabilidade dos equipamentos sensorizados

2.2 Mapeamento do Processo e Proposta de Solução

Inicialmente, a equipe de pesquisadores (Fundação COGE, LATEC/UFF e LIGHT) levantaram informações a partir de reuniões com a Gerência de Segurança do Trabalho e com os Coordenadores de Operação da LIGHT que gerencia equipes de trabalho e tem conhecimentos sobre a necessidade dos equipamentos de proteção individual e coletiva, assim como da logística de distribuição dos mesmos. Os equipamentos de proteção em epígrafe são utilizados pelas equipes de campo na realização de suas atividades. Como resultado, foi elaborado o “Fluxograma do Sistema”, conforme Figura 2, a fim de esclarecer o escopo e os pontos de leitura do sistema de rastreamento dos equipamentos de proteção.

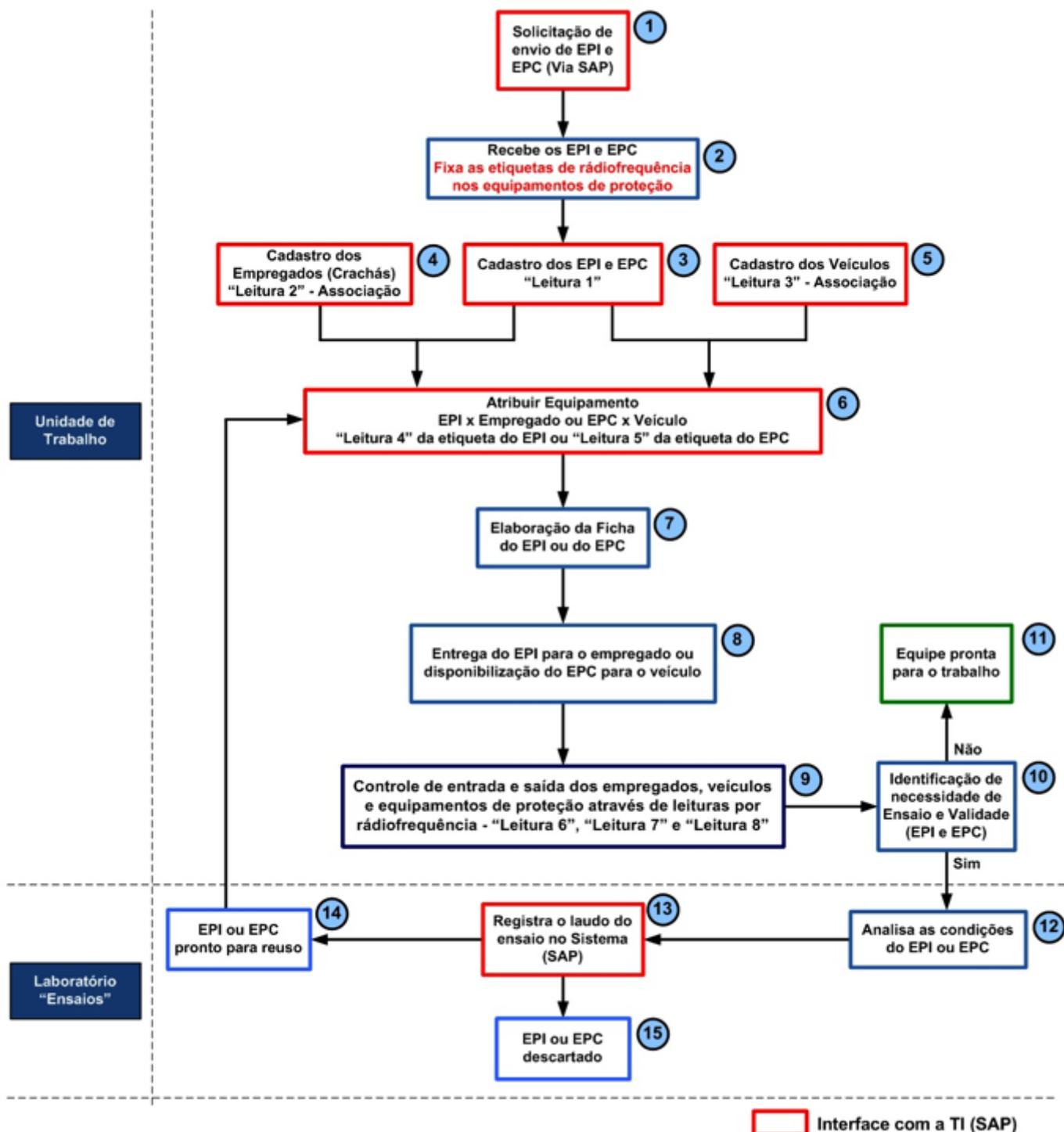


Figura 2 – Fluxograma do Sistema de Rastreamento de Equipamento de Proteção

O sistema mostrado na Figura 2 apresenta as seguintes etapas:

- **1** – Solicitação de envio de EPI e EPC (Via SAP): A “Coordenação” da “Unidade de Trabalho” da empresa solicita envio de equipamentos de proteção de uso individual e coletiva para sua “Unidade de Trabalho” através do sistema SAP (sistema informatizado). A solicitação é realizada pela “Coordenação” mediante a constatação da necessidade de reposição de estoque na sua Unidade de Trabalho.
- **2** – Recebe os EPI e EPC – Fixa as etiquetas IRF: A coordenação da Unidade de Trabalho, que realizará suas atividades através dos técnicos e empregados administrativos, recebe os equipamentos de proteção solicitados e afixa as etiquetas IRF nos mesmos. Este processo poderá ser desnecessário

no futuro, pois os equipamentos de proteção poderão vir de fábrica com as etiquetas afixadas. A coordenação também realiza afixação das etiquetas IRF nos veículos e nos empregados da sua unidade de trabalho.

- **3** – Cadastro dos EPI e EPC – “Leitura 1” : O cadastro dos equipamentos de proteção (EPI e EPC) é realizado através da interface “Cadastro do Equipamento” do programa computacional “Módulo WEB”. Para o cadastro dos equipamentos de proteção no sistema, devem ser incluídas nesta interface as seguintes informações dos equipamentos:

- a. Código do equipamento – Descrição do código que será do mesmo tipo do código eletrônico da etiqueta IRF que será afixada no equipamento de proteção. Este código estará impresso no verso da etiqueta IRF, estando visualmente disponível após a afixação;
- b. Descrição – Descrição específica do tipo de equipamento de proteção;
- c. Unidade de Trabalho – Descrição da Unidade de Trabalho que pertencerá o equipamento de proteção. É registrado o endereçamento do EPI ou EPC para qual Unidade de Trabalho o equipamento foi enviado. Este registro possibilita o controle do estoque nas Unidades de Trabalho;
- d. CA – Número do Certificado de Aprovação do equipamento de proteção;
- e. Tipo de Equipamento – Descrição do tipo de equipamento de proteção;
- f. N° Etiqueta IRF – Descrição do código eletrônico da etiqueta IRF a ser afixada no equipamento de proteção. O código é identificado neste campo através da “Leitura 1”. Este código estará impresso no verso da etiqueta IRF, estando visualmente disponível após a afixação;
- g. Data de Ensaio – Descrição da data do próximo ensaio a ser feito no equipamento de proteção;
- h. Fabricante – Descrição do fabricante do equipamento de proteção;
- i. N° de Série – Descrição do número de série do equipamento de proteção;
- j. Prazo de validade – Descrição da data do fim da validade do equipamento de proteção. Este registro possibilita o controle da validade dos equipamentos de proteção que se encontram no estoque da Unidade de Trabalho.

- No ponto de Leitura 1 será necessária a utilização de um leitor na Unidade de Trabalho para realizar o cadastro do equipamento de proteção no sistema, o associando com a etiqueta IRF que será afixada no mesmo, ou virá afixada de fábrica. Esta leitura deve ser realizada pela Coordenação e será utilizado um leitor de mesa para este ponto de leitura. Esta leitura será necessária para a identificação do código eletrônico da etiqueta IRF e a informação deste código será transferida no momento da leitura para o campo “N° TAG” indicado na interface “Cadastro do Equipamento” do programa computacional “Módulo WEB”, para que neste momento seja associado ao equipamento de proteção.

- **4** – Cadastro dos Empregados (Crachás) “Leitura 2” – Associação: O cadastro dos dados dos empregados no sistema de rastreabilidade será feito automaticamente através da coleta de suas informações do sistema SAP. A associação do empregado com a etiqueta IRF a ser afixada no seu crachá é feito através de uma interface “Associar TAG x Empregado” do programa computacional “Módulo WEB”. Para esta associação dos empregados no sistema, devem ser incluídas nesta interface as seguintes informações:

- a. Matrícula do Empregado – Descrição do número de matrícula do empregado, que está visualmente disponível no crachá do mesmo;
- b. N° Etiqueta IRF – Descrição do código eletrônico da etiqueta IRF a ser afixada ao crachá do empregado. O código é identificado neste campo através da “Leitura 2”. Este código estará impresso no verso da etiqueta IRF, estando visualmente disponível após a afixação;

- No ponto de Leitura 2 será necessária a utilização de um leitor na Unidade de Trabalho para realizar associação do empregado com a etiqueta IRF que será afixada ao crachá do mesmo. Esta leitura deve ser realizada pela Coordenação da Unidade de Trabalho e será utilizado um leitor de mesa para esta este ponto de leitura. Esta leitura será necessária para a identificação do código eletrônico da etiqueta

IRF, e a informação deste código será transferida no momento da leitura para o campo “Nº TAG” indicado na interface “Associar TAG x Empregado” do programa computacional “Módulo WEB”, para que neste momento seja associado ao empregado.

- **5 – Cadastro dos Veículos “Leitura 3” – Associação:** O cadastro dos dados dos veículos no sistema de rastreabilidade será feito automaticamente através da coleta de suas informações do sistema SAP. A associação do veículo com a etiqueta IRF a ser afixada no seu para-brisa dianteiro será feita através da interface “Associar TAG x Veículo” do programa computacional “Módulo WEB”. Para o cadastro dos veículos no sistema, devem ser incluídas nesta interface as seguintes informações:
 - a. Número do Veículo – Descrição do “Número do Veículo”, que está visualmente disponível na carroceria do mesmo;
 - b. Nº Etiqueta IRF – Descrição do código eletrônico da etiqueta IRF a ser afixada no para-brisa dianteiro do veículo. O código é identificado neste campo através da “Leitura 3”. Este código estará impresso no verso da etiqueta IRF, estando visualmente disponível após a afixação;
- No ponto de Leitura 3 será necessária a utilização de um leitor na Unidade de Trabalho para realizar associação do veículo com a etiqueta IRF que será fixada no para-brisa dianteiro do mesmo. Esta leitura deve ser realizada pela Coordenação da Unidade de Trabalho e deve ser feita anteriormente à afixação da etiqueta IRF no veículo, pois o leitor utilizado para esta este ponto de leitura será de mesa. Esta leitura será necessária para a identificação do código eletrônico da etiqueta IRF, e a informação deste código será transferida no momento da leitura para o campo “Nº TAG” indicado na interface “Associar TAG x Veículo” do programa computacional “Módulo WEB”, para que neste momento seja associado ao veículo.
- **6 – Atribuir Equipamento – EPI x Empregado – “Leitura 4” da etiqueta do EPI:** Nesta etapa será feita a atribuição do equipamento de proteção individual (EPI) com o empregado, ou seja, o EPI que será de uso exclusivo de determinado empregado será atribuído a ele. A atribuição do EPI ao empregado deverá ser feita através da interface “Atribuir Equipamento” do programa computacional “Módulo WEB”, e deverá ser realizada após o procedimento de cadastro do empregado (“Associar TAG x Empregado”) e cadastro do EPI (“Cadastro de Equipamento”). Para atribuir o EPI ao empregado, devem ser incluídas na interface “Atribuir Equipamento” as seguintes informações:
 - a. Receptor – Selecionar o campo “Empregado” e descrever no campo indicado o número de matrícula do empregado que receberá o EPI. Este número de matrícula do empregado poderá ser encontrado e selecionado através do botão “Pesquisar”.
 - b. Equipamento – No campo “Código Equipamento” inserir a descrição do código eletrônico da etiqueta IRF afixada no EPI. O código é identificado neste campo através da “Leitura 4”. Este código estará impresso no verso da etiqueta IRF, estando visualmente disponível após a afixação;
- No ponto de Leitura 4 será necessária a utilização de um leitor na Coordenação para atribuir o EPI ao empregado. Esta leitura deve ser realizada pela Coordenação da Unidade de Trabalho e deve ser feita no momento de entrega do EPI para o empregado. O leitor utilizado para esta este ponto de leitura será de mesa. Esta leitura será necessária para a identificação do EPI previamente cadastrado com o código eletrônico da etiqueta IRF. Para identificação do empregado é necessário digitar o número de matrícula do empregado ou se necessário realizar uma pesquisa no sistema através do local indicado na interface. Ao identificar o empregado e o EPI que será entregue, pode ser feita a atribuição.
- **Atribuir Equipamento – EPC x Veículo – “Leitura 5” da etiqueta do EPC:** Nesta etapa será feita a atribuição do equipamento de proteção coletiva (EPC) com o veículo, ou seja, o EPC que será disponibilizado exclusivamente em determinado veículo será atribuído ao mesmo. A atribuição do EPC com o veículo deverá ser feita através da interface “Atribuir Equipamento” do programa

computacional “Módulo WEB”, e após o procedimento de cadastro do veículo (“Associar TAG x Veículo”) e cadastro do EPC (“Cadastro de Equipamento”). Para atribuir o EPC ao veículo, devem ser incluídas na interface “Atribuir Equipamento” as seguintes informações:

- a. Receptor – Selecionar o campo “Veículo” e descrever no campo indicado o número do veículo que será disponibilizado o EPC. Este número do veículo poderá ser encontrado e selecionado através do botão “Pesquisar”.
 - b. Equipamento – No campo “Código Equipamento” inserir a descrição do código eletrônico da etiqueta IRF afixada no EPC. O código é identificado neste campo através da “Leitura 5”. Este código estará impresso no verso da etiqueta IRF, estando visualmente disponível após a afixação;
- “Leitura 5”: No ponto de Leitura 5 será necessária a utilização de um leitor na Coordenação para atribuir o EPC ao veículo. Esta leitura deve ser realizada pela Coordenação da Unidade de Trabalho e deve ser feita no momento que o EPC for disponibilizado para o veículo. O leitor utilizado para esta este ponto de leitura será de mesa. Esta leitura será necessária para a identificação do EPC previamente cadastrado com o código eletrônico da etiqueta IRF. Ao identificar o veículo e o EPC que será entregue, pode ser feita a atribuição.
 - **7** – Elaboração da Ficha do EPI ou do EPC: Depois de realizada a atribuição do EPI e do empregado que o receberá, é gerada a Ficha do EPI (Etapa “Elaboração da Ficha do EPI”). Depois de realizada a atribuição do EPC e do veículo que o receberá, é gerada a Ficha do EPC (Etapa “Elaboração da Ficha do EPC”).
 - **8** – Entrega do EPI para o empregado ou disponibilização do EPC para o veículo: O equipamento de proteção individual pode ser entregue para o empregado (Etapa “Entrega do EPI para o empregado”), e o equipamento de proteção coletiva pode ser disponibilizado para o veículo (Etapa “Disponibilização do EPC para o veículo”).
 - **9** – Controle de entrada e saída dos empregados, veículos e equipamentos – “Leitura 6”, “Leitura 7” e “Leitura 8”: Este controle será realizado sempre que uma equipe de trabalho for realizar uma atividade de campo. Após a entrega dos EPI para os empregados e da disponibilização dos EPC para o veículo, é feito o controle de entrada e saída dos mesmos através de leituras IRF. Os equipamentos previamente cadastrados e associados passam por leituras de identificação para que seja autorizada a saída. Estas leituras serão realizadas nos momentos das saídas e dos retornos das equipes ao realizarem trabalho de campo, e serão realizadas junto a estas equipes. As leituras serão realizadas com um leitor IRF móvel pela “Coordenação” da “Unidade de Trabalho”.
 - As leituras para conferência dos equipamentos de proteção na entrada e na saída da equipe serão realizadas pelos coletores (leitores móveis). É necessária a instalação do programa computacional “Módulo Móvel” no coletor de dados para que possam ser realizadas as leituras. Após a instalação do programa no coletor, deve ser realizada a sincronização de dados para que as informações das equipes, dos veículos e dos equipamentos, sejam armazenadas na memória do coletor. As informações são enviadas para o coletor através da sincronização de dados realizada na interface “Sincronização” do programa computacional “Módulo Móvel” instalado no coletor.
 - O controle de entrada e saída dos empregados, veículos e equipamentos é feito através das interfaces “Verificar Veículo”, “Verificar Empregados” e “Verificar Equipamentos” do programa computacional “Módulo Móvel” instalado no coletor. Para o controle de entrada e saída das equipes, devem ser realizadas as 3 leituras de acordo com a sequência descrita:
 - “Leitura 6 – Verificar Veículo”: Para esta leitura o técnico responsável deve acessar o programa computacional “Módulo Móvel” instalado no coletor, e na interface “Verificar Veículo” do programa, o técnico aproximará o coletor do para-brisa do veículo a ser identificado, e ao pressionar o botão adequado para leitura IRF, o coletor o identifica através do código eletrônico da etiqueta IRF que foi previamente atribuída ao veículo. Após a realização da leitura, as informações do veículo são expostas

na tela do coletor, e o técnico pressiona o botão “Próximo” para realizar a próxima leitura (“Verificar Empregados”).

- Observação: O veículo pode ser identificado sem a necessidade de leitura IRF da sua etiqueta. Este procedimento é possível através do preenchimento do número do veículo no campo indicado, ou através de pesquisa (botão “Pesquisar Veículo”).
- “Leitura 7 - Verificar Empregados”: Para esta leitura o técnico responsável aproximará o coletor, que deverá estar com acesso na interface “Verificar Empregados”, do crachá dos empregados a serem identificados (equipe de 2 eletricitas), e ao pressionar o botão adequado para leitura IRF o coletor os identifica através dos códigos eletrônicos das etiquetas IRF que foram previamente atribuídas aos empregados. Após a realização da leitura, as informações dos empregados são expostas na tela do coletor, e o técnico pode pressionar o botão “Próximo” para realizar a próxima leitura (“Verificar Equipamentos”). Os empregados podem ser identificados sem a necessidade de leitura IRF da etiqueta do seu crachá. Este procedimento é possível através do preenchimento do número de matrícula no campo indicado, ou através de pesquisa (botão “Pesquisar Empregado”).
- “Leitura 8 – Verificar Equipamentos”: Esta leitura é para conferência dos equipamentos. Após a identificação do veículo e dos empregados, o sistema exibe na tela do coletor (“Verificar Equipamentos”) os equipamentos que devem estar contidos no veículo. Estes equipamentos são pertencentes à equipe (veículo e empregados) e aparecerão na interface em forma de lista. Para esta leitura o técnico aproximará o coletor dos equipamentos de proteção que estão contidos no veículo, pressionando o botão adequado para leitura IRF, e conforme o coletor vai identificando os equipamentos eles são eliminados (desaparecem) da lista de conferência.
- Ao ler todos os equipamentos que devem estar contidos no veículo (lista vazia), o técnico pode pressionar o botão “Próximo” para visualizar a próxima tela “Resumo” que exibirá a situação da equipe em análise. Esta interface exibirá os equipamentos de proteção que estão em situação regular e irregular, exibindo os equipamentos identificados, faltantes, sobrando. Exibe ainda possíveis situações irregulares dos equipamentos de proteção através de análise de data de ensaio dielétrico e prazo de validade. Esta interface exibirá ainda o “Resultado” da verificação: “Sucesso” ou “Sem Sucesso”.
- Após a identificação da situação da equipe, o técnico pode finalizar a verificação através do botão indicado na interface (Módulo Móvel - Resumo) e o coletor transmite a informação da situação do veículo para a tela do computador na portaria. Em caso de regularidade o veículo estará liberado para saída.
- **10** – Identificação da necessidade de ensaio e validade (EPI e EPC): Caso haja necessidade de ensaio o equipamento é retido pelo técnico responsável e enviado para o laboratório de ensaios. Caso não haja necessidade de ensaio, a equipe estará pronta para o trabalho (**11**).
- **12** – Analisa as condições do EPI ou EPC: Após a identificação da necessidade de se realizar ensaio dielétrico no equipamento de proteção, o mesmo é enviado para laboratório especializado que seja realizada análise das condições do EPI ou do EPC.
- **13** – Registra o laudo do ensaio no Sistema (SAP): O resultado da análise do equipamento de proteção é registrado no Sistema (SAP). Dependendo do resultado do ensaio dielétrico realizado no EPI ou EPC que foi enviado para análise no laboratório, o equipamento de proteção será descartado (**15**) ou retornará para utilização (**14**).

O sistema permite o cadastro de qualquer tipo de equipamento que se queira ser rastreado. Para a análise que foi realizada, incluindo mediante estudos laboratoriais, os estudos foram intensificados em equipamentos de

proteção individual (EPI) e coletiva (EPC), em especial, aqueles com propriedades dielétricas (isolantes elétricos), isto é, sujeitos também ao controle por meio de ensaios periódicos dielétricos, utilizados comumente pelos eletricitistas das empresas do setor elétrico brasileiro. Cabe ressaltar que as etapas do Fluxo apresentado foi validado com os demais departamentos que tem interface com o processo de rastreamento de equipamento de proteção, entre eles a TI e o almoxarifado.

2.3 Considerações sobre o Sistema de Gerenciamento de Dados (Programa Computacional)

Para viabilizar a utilização do sistema de rastreamento proposto, foram desenvolvidos dois sistemas de gerenciamento de dados, que são compatíveis entre si: o Módulo WEB e o Módulo Móvel.

- **Módulo WEB:** consiste na especificação do software desenvolvido para realização de cadastros, associações, consultas e verificações de portaria. A utilização deste módulo é realizada através de computador que armazena e acessa estas informações em um servidor (banco de dados) através da Intranet (rede de computadores interligados).
- **Módulo Móvel:** consiste no software desenvolvido para realização de controle de entrada e saída dos empregados ou identificação de equipamento, empregado e veículo. A utilização deste módulo é realizada através de coletor de dados móvel (radiofrequência), onde o mesmo é instalado. As informações são armazenadas em um servidor, acessadas de um computador através da Intranet, e são transmitidas para o coletor através de comunicação via Wi-Fi ou cabo USB (sincronização do coletor de dados) armazenando estas informações no coletor. Este processo de sincronização é inverso após a realização das leituras para controle de entrada e saída dos empregados, ou seja, após a leitura o coletor transmite a informação adquirida para o computador que armazena esta informação no servidor.

2.4 Considerações sobre os Ensaios

Os ensaios permitiram analisar as melhores combinações entre as etiquetas IRF, os coletores móveis e fixos. O planejamento dos ensaios foi composto por três fases:

- **Fase 1 – Desenvolvimento: Pré-definição da Solução Tecnológica:** Esta etapa tem como objetivo selecionar as etiquetas de IRF com melhor desempenho nos ensaios. Busca-se também orientar na definição do tipo de coletor que será utilizado. Os seguintes ensaios foram executados nesta fase: Ensaios de Leituras Múltiplas (Características de operação de multi Etiquetas IRF), Ensaios Mecânicos, Ensaios de Interferência entre Leitores Diferentes, Ensaios de Reflexão pelo Metal e Ensaios de Alcance de Leitura
- **Fase 2 – Desenvolvimento: Definição da Solução Tecnológica:** Esta etapa teve como objetivo definir as melhores combinações tecnológicas (etiquetas e leitores) para serem adotadas no desenvolvimento do projeto. As etiquetas de IRF foram encapsuladas e afixadas de forma adequada em cada um dos tipos de equipamento de proteção e os ensaios aconteceram nas condições reais de uso. Cabe destacar que os ensaios dielétricos aconteceram em Laboratório indicado pela LIGHT e conforme as normas pertinentes. Os seguintes ensaios estão previstos nesta fase de definição: Ensaios com as Etiquetas Encapsuladas, Ensaios Dielétricos e Ensaios Mecânicos (resistência do encapsulamento)
- **Fase 3 – Pós-desenvolvimento: Teste de Uso:** Esta etapa foi importante para o projeto pois possibilitou acompanhar o emprego da tecnologia e análise dos resultados das leituras *in loco*. Tal acompanhamento se desenvolveu nas unidades da LIGHT a fim de verificar o estado físico das etiquetas e o desempenho das leituras após o uso dos equipamentos de proteção pelos empregados.

3. Conclusões

Espera-se que este projeto possa contribuir para a sensibilização de outros profissionais qualificados e

entidades às quais eles estejam relacionados, nas operações que envolvem risco de vida, criando a oportunidade de aprimorar o conhecimento do tema, em função dos resultados apresentados, que serão disponibilizados, a critério da Light.

O projeto contribuiu para melhorar a eficácia na rastreabilidade e controle dos equipamentos de proteção utilizados pelos empregados da LIGHT que executam atividades no SEP. Também contribuiu para redução dos riscos existentes nos serviços executados no campo pelos empregados, de forma a melhorar os aspectos de segurança do trabalho nestas atividades. Seguem abaixo os principais benefícios a serem obtidos com a iniciativa de implantação deste projeto:

- Velocidade e agilidade no controle de equipamentos de proteção, a exemplo das melhorias verificadas no controle dos prazos de validade dos ensaios dielétricos.
- Contribuição para a melhoria da segurança dos empregados com redução dos riscos de acidentes, garantindo que os empregados saiam para a realização das atividades de campo munidos com todos os equipamentos de segurança necessários ao trabalho seguro.
- Constatação da aplicabilidade da tecnologia de identificação por radiofrequência no controle dos equipamentos de proteção.
- Redução do passivo trabalhista através do apoio a área jurídica nas tratativas periciais dos laudos de insalubridade e periculosidade, bem como em investigações de acidentes do trabalho.
- Assegurar o cumprimento da legislação no que se refere as responsabilidades de distribuição, uso, guarda e conservação dos EPI e EPC. Este processo é pioneiro no atendimento integral na NR-6.
- Utilização da assinatura eletrônica para controle eficiente, comprovação e agilidade no processo.
- Melhoria de controle patrimonial através da redução dos desvios, índice de furtos, bem como o controle de devolução dos equipamentos de proteção por mau uso pelos empregados.
- Melhoria do processo de fiscalização dos trabalhadores de campo em relação ao uso dos equipamentos de proteção, assim como a possibilidade da identificação visual de possíveis usuários não autorizados nas dependências da empresa, perante inspeções de campo ou denúncias.
- Apoio e melhoria na área de gestão e logística, facilitando a entrega dos equipamentos de proteção aos empregados, bem como o controle dos materiais e equipamentos de proteção, com a possibilidade de verificação on line pela coordenação.
- Melhoria da cultura e da conscientização de segurança do trabalho dos empregados.

4. Referências bibliográficas

AGOSTINI, Diego. Estudo da tecnologia IRF para automação de sistema. 2006. 48 f. Trabalho de Conclusão I (Curso de Ciência da Computação) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2006.

AGOSTINI, Diego. Análise e Definição de uma Metodologia para Ensaio em Equipamentos IRF. Trabalho de Conclusão II (Curso de Ciência da Computação) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2007.

BUENO, Ricardo P. de A. Características operacionais e resultados na transferência eletrônica de dados. In: ANGELO, Cláudio F. de; SILVEIRA, José A. G. da (org.s.). Varejo competitivo. v. 7. São Paulo: Atlas, 2003. p. 193-215.

FAHL, Claudio Roberto. Um estudo sobre a viabilidade de implantação de etiquetas inteligentes como Etiqueta IRF em competitiva em um Centro de Distribuição. 2005. 95 f. Monografia (Pós- Graduação) – Centro de Pós- Graduação – IPEP Campinas, Campinas, 2005.

JUNIOR, Levi Ferreira Lima. A Tecnologia de RFID no Padrão EPC e o Estudo de Soluções para Implementação desta Tecnologia em Empilhadeiras. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São

Paulo, 2006.

Lei no 11.934, de 5 de maio de 2009, Dispõe sobre limites de exposição humana a campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos: altera a lei 4.771, de 15 de setembro de 1965.

MORAES JUNIOR, Cosmo Palásio de. Receita Infalível, Administrar o uso dos EPI numa empresa vai muito além do que entregá-los aos trabalhadores e cobrar a sua utilização, Revista Proteção, Junho de 2002.

SHUTZBERG, Larry. Radio frequency identification (RFID) in the consumer goods supply chain: mandated compliance or remarkable innovation? Rock-Tenn Company, Oct., 2004.

SOON, Tan Jin Soon. Technical report on IRF Etiqueta IRF study. Relatório técnico da Japan Electronic Industry Development Association (JEIDA). 2000.

SUBIRANA, Brian; ECKES, Chad; HERMAN, George; SARMA, Sanjay; e, BARRETT, Michael. Measuring the impact of information technology on value and productivity using a process-based approach: the case of RFID technologies. MIT Sloan Working Paper, n. 4450-03, 2003 (research paper).
