

## Sensoriamento Vestível para Segurança do Trabalho e Saúde Ocupacional Aplicado a uma Distribuidora de Energia Elétrica.

Luiz Henrique Cruz\*, Alexandre Dominice\*, Denis Mollica\*, Joselino S. Filho\*, Fillipe M. de Vasconcelos\*\*, Carlos Frederico M. Almeida\*\*, Vanessa Rafaela de S. Demuner\*\*\*, Luiz A. Danesin\*\*\*\*, Stéfano R. Gualtieri\*\*\*\*

\*EDP São Paulo Distribuição de Energia S.A., São Paulo – SP

(Tel: 11 2178-7382; e-mail: luiz.cruz@edpbr.com.br, alexandre.dominice@edpbr.com.br, denis.mollica@edpbr.com.br, joselino.filho@edpbr.com.br).

\*\*Universidade de São Paulo, São Paulo – SP

(Tel: 11 3091-9932; e-mail: fillipe@usp.br, cfmalmeida@usp.br).

\*\*\*EDP Espírito Santo Distribuição de Energia S.A., Vitória – ES

(Tel: 27 3348-4049; e-mail: vanessa.souza@edpbr.com.br).

\*\*\*\*SGRIDD Tecnologia, Osasco – SP

(Tel: 11 3370-9990; e-mail: srgualtieri@sgridd.com.br, ladanessin@sgridd.com.br).

---

**Abstract:** Currently, the safety and health of power utility employees is a major concern. The high level of dangerousness of the activities and the accident rates are alarming in the national scenario. In order to reduce the risks involved, the staff acts on the revision and standardization of work instructions, approval of new protective equipment, constant training of teams and strict control of activities performed. However, as they are manual processes, they are subject to human error. This research project therefore applies wearable sensing technology to prevent actions and conditions that precede incidents, called procedural deviations, and which is defined in the DuPont's pyramid concept. Physical, physiological and environmental parameters are monitored and feed a corporate platform. The obtained results promote innovation in the risk management system and, therefore, create a totally new, technological and connected accident prevention scenario.

**Resumo:** Atualmente, a segurança e a saúde dos colaboradores das concessionárias de energia são uma das maiores preocupações. O alto nível de periculosidade das atividades e os índices de acidentes são alarmantes no cenário nacional. A fim de reduzir os riscos envolvidos, o corpo técnico atua na revisão e padronização de instruções de trabalho, homologação de novos equipamentos de proteção, constante treinamento das equipes e um rígido controle de atividades executadas. Porém, por serem processos essencialmente manuais, estes estão sujeitos à falha humana. Este projeto de pesquisa, portanto, propõe a aplicação de tecnologia de sensoriamento vestível na prevenção de ações e condições que precedem incidentes e que é definida em um conceito de pirâmide de DuPont como desvio de procedimento. Parâmetros físicos, fisiológicos e ambientais são monitorados e alimentam uma plataforma corporativa. Os resultados obtidos promovem inovação no sistema de gestão de riscos e, assim, criam um cenário totalmente novo, tecnológico e conectado para a prevenção de acidentes e de doenças.

**Keywords:** wearable sensing; workplace safety; technology; accidents prevention; incidents; risks.

**Palavras-chaves:** wearable sensing; workplace safety; technology; accidents prevention; incidents; risks.

---

### 1. INTRODUÇÃO

A segurança e a saúde no trabalho são alvos de grande discussão e preocupação de empresas em diversos segmentos, pois a desatenção com esses indicadores causa gravíssimos prejuízos sociais, econômicos, jurídicos e regulatórios. No setor elétrico, cujas atividades desempenhadas envolvem riscos no trabalho em altura, no trabalho em linha energizada, no deslocamento realizado por veículo automotor, etc., uma elevada complexidade para a gestão desses indicadores é encontrada na medida em que tais atividades são inerentemente bastante perigosas. Quando se tratam de serviços nas redes de distribuição, mais especificamente, os

riscos se tornam ainda mais elevados (Amatucci and Panaro et al. 2015) – cenário este vivenciado diariamente por milhares de eletricitistas que se expõem aos riscos e perigos de atuar em linhas de distribuição energizadas e desenergizadas.

Tomando como base as práticas da indústria como um todo, e do setor elétrico no Brasil e no mundo, os sistemas de gestão de risco para a redução da frequência e da severidade dos acidentes de trabalho e das doenças com seus colaboradores são essencialmente pautados em constantemente trabalhar a conscientização, a supervisão e a padronização do andamento das atividades desempenhadas pelo profissional. Contudo, mesmo sendo esta a maior preocupação das distribuidoras

(Greenwood et al. 2011), o número de acidentes de trabalho por choque elétrico persiste como a maior causa de acidentes quando comparada outras, além de resultar em um alto índice de fatalidades (Ichikawa et al. 2015). Tal implicação se deve ao fato de que as medidas tipicamente tomadas para evitar acidentes e doenças, e mitigar seus efeitos, ainda estão fortemente dependentes de iniciativas humanas, que são suscetíveis a falhas (Floyd et al. 2012).

O Ministério Público do Trabalho (MPT) estima que no Brasil, em 2018, mais de 623 mil acidentes de trabalho foram notificados, causando ferimentos, ausências no trabalho e mais de 2 mil óbitos. Desde 2002, mais de 45 mil pessoas perderam suas vidas com acidentes no território brasileiro. Apenas em 2018, segundo o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), foram pagos R\$ 3,7 bilhões com auxílio-acidente por acidente do trabalho. Além dos valores expendidos com auxílio-doença por acidente do trabalho, aposentadoria por invalidez e pensão por morte por acidente do trabalho que juntos somam R\$ 9,4 bilhões. Se observado o acumulado, desde 2012 já foram gastos R\$ 78,9 bilhões (MPT, 2019). Neste contexto, o setor de energia é o quarto maior em número de ocorrências. O investimento em segurança reduz as perdas humanas diretas, indiretas e os custos econômicos. As ações que minimizam os riscos de acidentes ajudam na redução de custos operacionais para as distribuidoras, para a Previdência e preservam a vida humana, de valor imensurável.

Apesar de todas as soluções e medidas tomadas, o setor elétrico ainda é muito perigoso e por isso necessita de novos mecanismos para prevenção de acidentes. Assim, aplicar a tecnologia de sensoriamento vestível, já conhecida há anos no mercado (Itao et al. 2017), para medir os fenômenos físicos do ambiente e do usuário permite adicionar novos mecanismos para supervisão, prevenção, aperfeiçoamento e evolução cultural no quesito segurança e saúde. Para tal, nesta pesquisa é aplicado de uma variedade de dispositivos de hardwares conjuntamente com o desenvolvimento de softwares com inteligência computacional. Assim, a partir de dados medidos e coletados em atividades em campo, torna-se possível identificar um conjunto pré-definido de situações ou eventos, estabelecidos conforme a sua relevância para a prevenção do acidente ou da doença, que, doravante, referi-lo-emos como contextos, de modo que o processamento de um ou mais dados advindos de sensores podem ser utilizados para realizar o reconhecimento desses contextos. Em outras palavras, sensores primários aferem unidades físicas, fisiológicas ou ambientais, onde os dados brutos são coletados, e contextos simples podem ser reconhecidos, como por exemplo: andar, correr, subir, descer, pular, etc. Mas, quando realizamos a fusão de dois ou mais sensores, cada um destes identificando contextos diferentes, é possível identificar e classificar contextos de movimentos mais completos, que, associados a medições fisiológicas, nos gera informações mais valiosas.

Neste cenário, este trabalho propõe a criação de um aplicativo móvel e um servidor em nuvem vinculados a dispositivos vestíveis para gerenciar eletricitistas durante as atividades em campo, com duas vertentes básicas. A primeira

é direcionada ao cumprimento de todos os procedimentos operacionais e a segunda ao monitoramento remoto dos sinais vitais dos profissionais durante a execução de suas atividades para levantamento das condições clínicas e adequação às tarefas em execução. Esse monitoramento remoto viabiliza uma gestão ativa (i.e., medidas são tomadas em tempo real) e reativas (i.e., medidas são tomadas offline). O resultado alcançado e apresentado nesta pesquisa mostra que a prova de conceito de todos os contextos desenvolvidos foi realizada com sucesso. Vale destacar que a proposta deste trabalho é inovadora na medida em que não há produtos comerciais com tal finalidade.

## 2. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE ACIDENTES EM UMA DISTRIBUIDORA DE ENERGIA

Mesmo com todas as práticas de segurança adotadas, os acidentes ainda acontecem porque o ser humano naturalmente é sujeito a falhas (Amicucci and Settino et al. 2017). Seja por um mal-estar no momento de uma atividade perigosa, ou o esquecimento de um procedimento de segurança. É primordial a implementação de um recurso que possa monitorar em tempo real a atividade do eletricitista e alertá-lo caso um equipamento de proteção individual não esteja sendo utilizado, ou o aterramento da rede não tenha sido feito, ou até mesmo um pico de pressão que o próprio colaborador não percebeu. Esse monitoramento preventivo só pode acontecer a partir da implementação de tecnologia vestível.

Essa tecnologia foi idealizada devido a aplicação em larga escala na sociedade atual (Mukhopadhyay et al. 2014). É muito comum as pulseiras e relógios com inteligência, capazes de realizar medições de sinais fisiológicos simples, como frequência cardíaca. São inúmeros modelos e marcas, cada uma com funções distintas, permitindo realizar diversos tipos de sensoriamento, como: geolocalização, medição de sinais físicos, ambientais e fisiológicos do usuário. Até mesmo um smartphone pode ser considerado um dispositivo vestível, pois está sempre junto ao corpo.

A fim de criar os contextos mais relevantes para o projeto, foram avaliados casos reais de acidentes de trabalho de uma distribuidora de energia elétrica entre os anos de 2017 e 2018.

Com base nestes dados foi realizado um estudo caracterizando e classificando o acidente, além de determinar as causas e sugerir a aplicação de determinada tecnologia. É possível afirmar que com a implementação da tecnologia vestível, a maioria destes acidentes não aconteceriam, pois aconteceram ou pelo não cumprimento de procedimentos, ou por condições físicas inadequadas para o desempenho de atividades com altos níveis de periculosidade, ou por atos inseguros, sejam eles conscientes ou não, dentre outros, como apresentado na Tabela 1.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia desta proposta requer a criação de contextos relevantes para a prevenção de acidentes e doenças. Para isso, a concessionária disponibilizou uma instrução de trabalho denominada “Trabalhos em rede de distribuição aérea – tarefas básicas” contendo todos os procedimentos

operacionais básicos. Nesta pesquisa os contextos foram criados a partir destes dados em conjunto com o estudo de caracterização e classificação de acidentes.

**Tabela 1. Estudo de caracterização e classificação dos acidentes entre 2017 e 2018 em uma distribuidora de energia**

Causas	Formas de Mitigar
Ato Inseguro (ex.: uso inadequado de ferramenta; falta de experiência com equipamento; não ancorar a rede para desmontagem da estrutura).	Uso de Smart Glass ou Body Cam e GPS do smartphone para identificação de riscos e revisão de procedimento.
Condições físicas (ex.: fadiga muscular; falha na percepção de risco).	Uso de sensores fisiológicos para identificação de condição de saúde (glicemia, sonolência, embriaguez, etc.).
Agressão de terceiro.	Uso de sensor de ruído para identificação de agressão verbal.
Não cumprimento de procedimento (ex.: não realizar teste de ausência de tensão).	Uso de sensor de campo elétrico para identificação de potencial.

Desenvolvimento de softwares (app mobile e cloud computing) e aplicação de hardwares (dispositivos de sensoriamento vestível de mercado) são necessários para a utilização dos sensores vestíveis para a gestão da saúde, da segurança e dos procedimentos do trabalho. Internamente aos softwares, uma rede neural (ou outras formas de inteligência artificial) é treinada para reconhecer contextos pré-definidos. Os dados são advindos de sensores primários associados aos trabalhadores, de modo que, ao se aplicar técnicas de inteligência computacional para reconhecer um único contexto a partir de dados de um ou mais sensores, tem-se a aplicação de um conceito de Internet das Coisas (IoT) denominado de sensor fusion. No sensor fusion, tipicamente, mais precisão em informações é possível obter quanto mais dados forem analisados.

Neste contexto é relevante destacar que existe uma variedade de metodologias para análise, avaliação e gestão de riscos. Este trabalho, todavia, optou pela utilização da pirâmide de desvios de DuPont pois foi observado que uma gama de benefícios diretos e indiretos que serão abordados ao longo do trabalho e que podem ser obtidos quando associados ao uso do sensoriamento vestível.

A Pirâmide de DuPont visa identificar quaisquer condições existentes, ou potencialmente existentes, no local de trabalho que podem resultar em desvios, incidentes, acidentes sem afastamento, acidentes com afastamento ou fatalidade. Conforme a Figura 1, a pirâmide indica que a cada trinta mil desvios, em média, uma fatalidade ocorre. Além disso, a proporção entre os desvios, os quase acidentes e os acidentes seguem uma lógica estatística (de um para dez entre

camadas). Sendo assim, o foco das análises na pirâmide de DuPont é realizar ações sistêmicas a fim de mitigar desvios, prioritariamente, considerando que observações estatísticas demonstraram que intervenções na base da pirâmide provocam reduções diretamente proporcionais nos números das camadas superiores da pirâmide, inclusive de fatalidades.



Fig. 1 Pirâmide de DuPont: A pirâmide de desvios.

Em consonância com o que foi exposto, é de interesse ressaltar que é um desafio monitorar os desvios de procedimento na execução de atividades de eletricitistas em campo. O sensoriamento vestível surge, portanto, como ferramenta para auxiliar nesse monitoramento, supervisão e gestão desses indicadores e oferece como valor uma nova ferramenta para auxiliar na gestão ativa (tempo real) e reativa (off-line) da execução de atividades de eletricitistas em redes de distribuição de energia elétrica. Por fim, o fundamento tratado nesta seção é a utilização do sensor fusion para reconhecimento de contextos que se configuram como desvios de procedimentos e como incidentes para prevenção de acidentes sem afastamento, com afastamento, ou mesmo fatalidades.

#### 4. APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO VESTÍVEL

Baseado no levantamento de dados e requisitos para segurança e procedimentos do trabalho, foram determinadas as seguintes necessidades de medição e classificação de contexto: umidade relativa do ar; altitude; intensidade do campo elétrico; proximidade de membros da equipe; presença nas proximidades de determinados equipamentos; utilização de equipamentos de proteção individual; movimento de caminhar e estado estacionário; eventos de queda acidental; eventos relacionados a subir e descer escadas; posição georreferenciada; e registro de imagem e vídeo a ser associado à atividade em campo. Já para as medições de sinais fisiológicos foram classificados os seguintes contextos: temperatura da pele; atividade cardíaca; atividade respiratória; estado emocional; e quantidade de passos, distância percorrida e calorias consumidas.

Sendo assim, abaixo constam os hardwares desenvolvidos:

SBAND (Smart Band): Sensor vestível pessoal, observado na figura 2, com comunicação Bluetooth, a ser utilizado no pulso do profissional contendo sensores fisiológicos e

contextos físicos. São emitidos alertas com indicadores fisiológicos para alterações na frequência cardíaca, temperatura corporal, pressão sanguínea e indicador de pânico face a alguma ameaça em potencial. Na figura 2 é possível observar a pulseira desenvolvida e o teste de leitura de dados ECG via sensor e monitoramento da curva no aparelho smartphone.

**SNODE (Smart Node):** Sensor de proximidade com comunicação Bluetooth, observado na figura 3, capaz de detectar a proximidade de objetos, podendo ser utilizado em qualquer equipamento adaptado, como equipamentos de proteção individual (EPI), por exemplo. Com este sensor é possível garantir que o colaborador está usando todos os EPIs necessários para desempenhar determinada atividade e a proximidade do profissional em relação a outros objetivos. Na figura 3 o sensor encontra-se já aplicado em uma luva de proteção.

**SEFIELD (Smart Electric Field):** Sensor de campo elétrico com comunicação Bluetooth, observado na figura 4, capaz de detectar a presença de potencial elétrico e, conseqüentemente, o risco de choque elétrico. Além disto, através de um barômetro é possível identificar alterações na pressão atmosférica, o que corresponde a atividades em altura. Por fim, outra funcionalidade extremamente importante para garantir a segurança dos eletricitistas é o sensoriamento da umidade relativa do ar. Pois, quando acima de 80%, a umidade é considerada um fator de risco para atividades com a rede energizada. Na figura 4 encontra-se a pulseira desenvolvida para comportar os sensores já acoplada ao braço de um eletricitista.

**SBCAM (Smart Body Cam):** O projeto previu o uso de um equipamento conhecido como Smart Glass, observado na figura 5, com o objetivo inicial de registrar vídeos das operações em campo. A vantagem deste equipamento é poder suportar futuramente aplicações de realidade aumentada, introduzindo na tela do próprio equipamento elementos virtuais que se misturam com a realidade. Podem ser introduzidas as instruções operacionais, os manuais de operação, e até vídeo chamadas para um centro de suporte e operação. Durante as pesquisas de tecnologias para sensoriamento de imagem, identificou-se a possibilidade de utilizar para os registros de vídeos equipamentos conhecidos como Body Cam, que são robustas e economicamente viáveis, além de serem preparadas para atividades com risco de impactos. Por conta dos custos, as Body Cam são mais acessíveis, portanto, um cenário favorável para as equipes que atuam em campo seria ao menos um colaborador equipado com o Smart Glass – somente para atividades de maior complexidade – e os demais utilizando a Body Cam. Assim, foram desenvolvidas duas opções de equipamentos para esta finalidade. Na Figura 5 é possível observar tanto o Smart Glass como a Body Cam já acoplada a um capacete de proteção individual.

A respeito de informações técnicas sobre os hardwares desenvolvidos, como princípio de funcionamento, exatidão, calibração, faixa de resposta, etc, são observados valores típicos de produtos como referência.

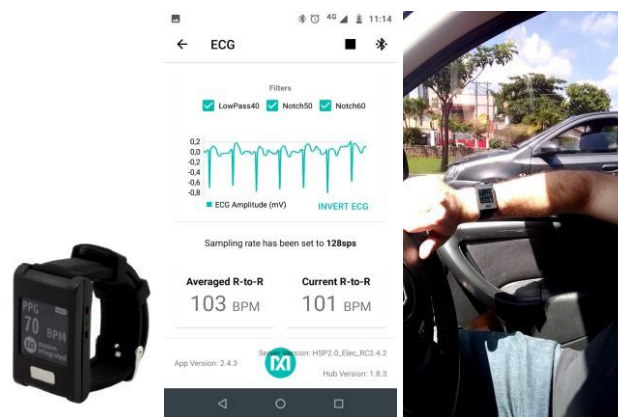


Fig. 2 Sensor SBAND: utilização e dashboard de saúde.



Fig. 3 Sensor SNODE: protótipo e aplicação em luva.



Fig. 4. Sensor SEFIELD: protótipo e aplicação no braço.



Fig. 5. Smart Glass e SBCAM acoplada no capacete.

## 5. DESENVOLVIMENTO DE APP MOBILE E WEB CLOUD

Além dos hardwares descritos, foram desenvolvidos os seguintes softwares:

**WEB CLOUD:** O servidor em nuvem é responsável por abrigar a aplicação Web de gestão da plataforma com interface visual (chamada Front-end) e a camada de integração com os dispositivos em campo (chamada Backend). É a ferramenta de auxílio para monitoramento, controle e gestão dos dados coletados pelos sensores, por isso está sempre se comunicando com a caixa preta individual dos usuários. O sistema WEB é a interface principal de acesso pelo usuário da solução. É o portal por onde o colaborador

poderá cadastrar seus equipamentos, sensores e acompanhar as ocorrências em tempo real, além de outras possibilidades. A plataforma foi organizada em módulos com funções distintas, para cada área de interesse: controle de acesso; administração; serviços operacionais; segurança do trabalho; medicina ocupacional; e auditoria.

APP SMARTPHONE: O aplicativo mobile tem a função de ser a caixa preta individual do profissional em campo, além de possibilitar a gestão operacional dos serviços a serem executados. O aplicativo é composto de uma interface visual e de um serviço que opera em segundo plano, chamado de datalogger, que é responsável por coletar os dados obtidos pelos sensores instalados nos elementos vestíveis. Através do aplicativo, os colaboradores conseguem consultar e registrar informações operacionais, procedimentos e ocorrências. Na figura 6 é possível visualizar a tela do aplicativo.



Fig. 6. APP Mobile: Tela inicial do aplicativo.

No que se refere às características do servidor web desenvolvido e do app, é importante ressaltar que tais ferramentas atuam na prevenção de acidentes em tempo real e na melhoria contínua dos processos com base nos estudos acerca de acidentes já ocorridos.

## 6. TESTES E RESULTADOS

Os testes de validação dos contextos de segurança e de saúde foram realizados em ambientes controlados de duas distribuidoras de energia elétrica, uma no estado de São Paulo e outra no Espírito Santo, conforme observado na figura 8. Dois eletricitistas participaram dos testes em campo e todos os contextos listados acima atenderam com sucesso todas as funcionalidades previstas. Foi possível identificar claramente aspectos de inovação na gestão de riscos e gestão da saúde ocupacional. Vale destacar que, embora haja margem para melhorias, tais melhorias não implicam em prejuízo para a comprovação da sua aplicabilidade e potenciais benefícios.

Para os contextos de segurança do trabalho, foram realizados os testes com os resultados detalhados a seguir:

Risco de choque elétrico fora de procedimento: O sensor SEFIELD foi instalado em vara de manobra e foi capaz de identificar presença de tensão em rede de 13,8 a uma distância aproximada de 80 cm e em rede de baixa tensão por contato.

Uso de EPI: Foi selecionado alguns equipamentos de proteção individual adaptados com o sensor SNODE e foi possível simular a condição de falta de uso de EPI.

Condições atmosféricas para trabalho: Para simular alertas de condição atmosférica indevida para trabalho em redes energizadas, foi selecionado um sensor SNODE no qual o eletricitista bafou, sendo possível verificar alterações na condição atmosférica.

Trabalho em altura e desvio de procedimento: Um eletricitista subiu em uma escada em um passo do procedimento que não contemplava trabalho em altura. Assim, foi possível simular, além da condição de trabalho em altura, desvios em procedimentos padronizados.

Risco de choque elétrico após testes de ausência de tensão: Uma mensagem de alerta foi exibida quando o sensor SFIELD identificou presença de potencial elétrico em uma etapa do checklist de atividades que não prevê presença de potencial elétrico, conforme figura 7. Portanto, é possível simular a condição risco de choque elétrico em um ou mais membros da equipe após teste de ausência de tensão.

Já para os contextos de saúde, os testes realizados estão descritos abaixo:

Simulação parâmetro fisiológico: Foi solicitado a um colaborador que caminhasse por 5 minutos em ritmo normal para acelerado (5 km/h a 7 km/h). No aplicativo foi observado uma mensagem de alerta da condição fisiológica e identificação do nome do profissional. Este tipo de evento é monitorado durante todo o tempo, enquanto o profissional estiver fazendo uso do SBAND.

Simulação indicador de pânico: Solicitamos a um eletricitista que corresse por no mínimo 8 segundos em ritmo normal (entre 8 km/h a 10 km/h) e, em seguida, entrasse em repouso. No aplicativo observamos a mensagem de alerta de pânico e identificação do nome do profissional (este alarme demorou até 1 minuto para ser registrado).

Simulação atividade cardíaca: Foi solicitado a um colaborador que corresse por no mínimo 8 segundos em ritmo normal (entre 8 km/h a 10 km/h) e depois entrasse em repouso. Após a permanência em repouso por no mínimo 1 minuto foi identificado o desvio de recuperação cardíaca. No aplicativo, observamos a mensagem de alerta da atividade cardíaca e identificação do nome do profissional (este alarme demorou entre 1 e 5 minutos para ser registrado).

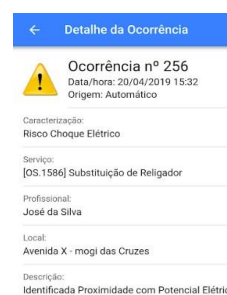


Fig. 7. Tela do APP mobile: ocorrência de risco de choque elétrico.



Fig. 8. Testes: Em duas distribuidoras de energia elétrica.

## 7. CONCLUSÃO

Este artigo propôs a construção de um sistema (SWORKER) que permite o gerenciamento online das ordens de serviço e a identificação automática de incidentes. Para tal, o monitoramento de indicadores de segurança e de medicina do trabalho é feito por meio do uso de sensores vestíveis. Os principais recursos incluem: segurança no trabalho, com a geração de indicadores para o gerenciamento de operações de campo; medicina do trabalho, registro de dados fisiológicos do profissional de campo; procedimentos de trabalho, com gerenciamento de atividades que garantam a correta execução.

O SWORKER proposto é uma plataforma independente de hardware que também pode ser aplicada a uma ampla gama de nichos, tais como: mineração, petróleo e gás, construção civil, transporte, telecomunicações, etc.

Em termos de benefícios, este projeto oferece:

**Científicos:** Banco de dados analítico para acompanhar os eletricitistas em suas atividades de campo; qualificação mais eficaz do pessoal em relação à conformidade com os procedimentos e segurança ocupacional por meio de monitoramento e suporte de ativos.

**Tecnológicos:** Uso de tecnologias inovadoras de sensores vestíveis, definidas para lidar com perigos e riscos específicos do local de trabalho; uso de dispositivos de comunicação para avaliação em tempo real in loco e remota; desenvolvimento de aplicativos de TI, com definição de contextos para cada grupo de atividades.

**Econômicos:** Redução da taxa de acidentes e quase acidentes, perigos e paralisações do trabalho, através da sistematização de todas as atividades; redução do retrabalho nas atividades de campo; reduzir o risco de passivos trabalhistas e ações judiciais por meio da conscientização persistente da execução dos procedimentos; aumento da produtividade e gerenciamento de índices de desempenho individuais.

**Sociais:** Preocupação com o bem-estar dos trabalhadores e de suas famílias; redução de impactos sociais na perda de vidas humanas; melhoria da imagem da empresa, através da

divulgação deste trabalho; repercussão positiva entre funcionários e investidores.

Com a aplicação de tal tecnologia na construção desse sistema, é possível afirmar que as concessionárias de distribuição de energia integrarão um conjunto de informações previamente desconhecidas das áreas multidisciplinares, que não haviam sido medidas até o momento, e que podem promover uma grande transformação no setor.

## REFERÊNCIAS

- Amatucci, S. and Panaro, P. (2017). Analysis of work accidents with electrical origin. Pages 1-4. 2017 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2017 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Milan – Italy.
- Amicucci, G. L. and Settino, M. T. (2017). Accidents with injuries or death during non-electrical work activities near overhead power lines. Pages 1-6. 2017 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2017 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Milan – Italy.
- Floyd, A. H. L. (2012). Multitasking and the Illusion of Safety: The Potential Impact in Certain Electrical Hazard Scenarios. Pages 18-22. IEEE Industry Applications Magazine, Golden – USA.
- Greenwood, L. P. (2011). Electrical safety – is your brain engaged?. Pages 1-2. 2011 IEEE IAS Electrical Safety Workshop, Toronto – Canada.
- Ichikawa, N. (2015). Statistical accident analysis and Electrical fatality rate in Japan, 2002-2011 – Causes and preventive measures of fatal Electrical accidents. Pages 1-2. 2015 IEEE IAS Electrical Safety Workshop, Louisville – USA.
- MPT (2019). Ministério Público do Trabalho (MPT), “Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho”. Online. Disponível: <https://smartlabbr.org/sst> [Acesso em: 28 de outubro, 2019].
- Ito, K. (2007). Wearable Sensor Network Connecting Artifacts, Nature and Human Being. Pages 1120-1123. SENSORS, 2007 IEEE, Atlanta – USA.
- Mukhopadhyay, S. C. (2014). Wearable Sensors for Human Activity. Pages 1321-1330. IEEE Sensors Journal. Protenge – EPI com Engenharia, “Cultura de boas práticas nas empresas”. Online. Disponível: <https://www.protenge.com.br/cultura-de-boas-praticasnas-empresas-protenge/> [Acesso em: 14 de novembro, 2019].