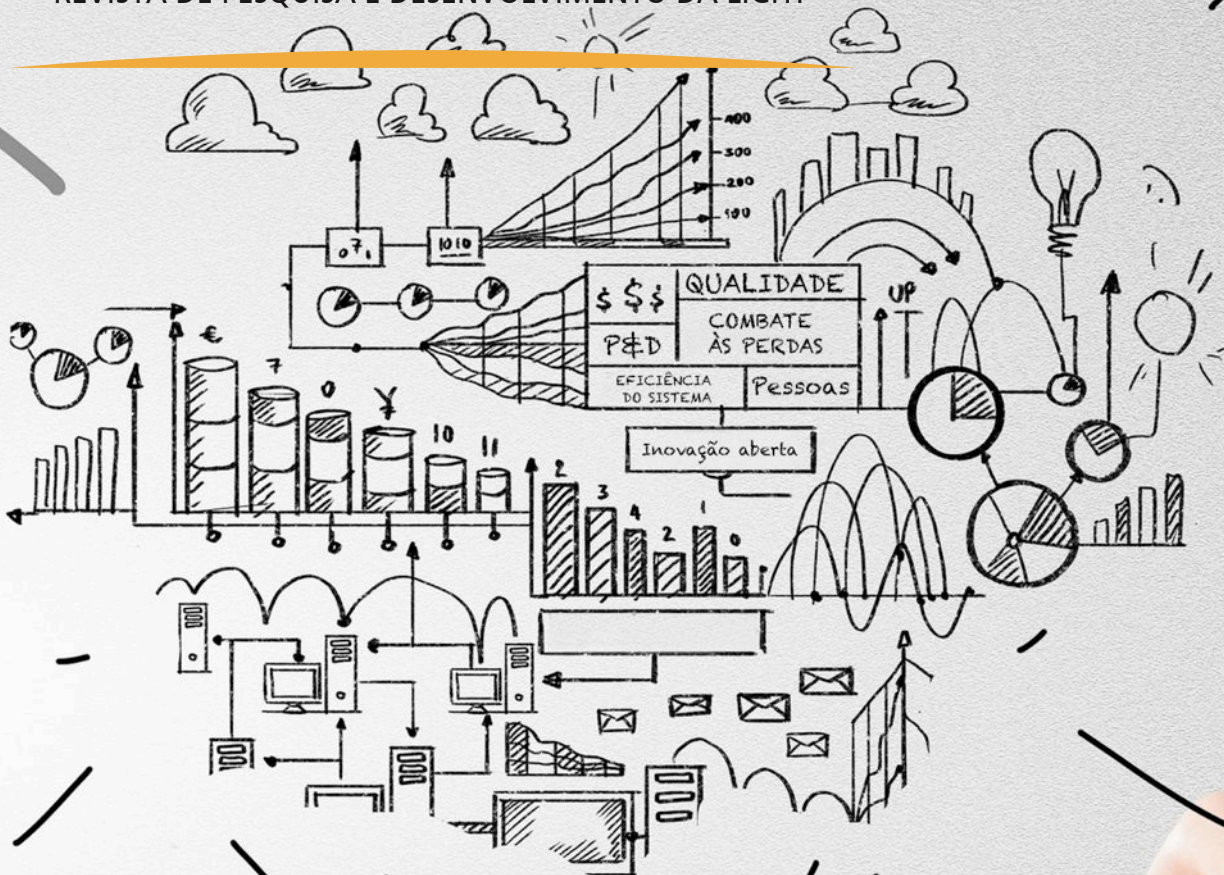


# SABER

REVISTA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA LIGHT



Inovação orientada a

## RESULTADOS

Temas estratégicos para o setor de energia elétrica e para a Light são diretrizes dos projetos de pesquisa e desenvolvimento.



**COMBATE ÀS PERDAS**

Sistema que identifica ramais clandestinos nas redes de energia subterrâneas.

**FATURAMENTO**

Projeto melhora os indicadores de inadimplência em clientes de baixa tensão.

**ENERGIA RENOVÁVEL**

Diversificação da matriz energética como abordagem para grandes clientes.

**3 MENSAGEM DO PRESIDENTE**

Energia para entregar resultados.

**4 ENTREVISTA Professor José Arnaldo Deutscher**

fala sobre a importância de P&D em tempos de crise e como destruir mercados para se manter competitivo.

**8 REGULAMENTAÇÃO Novo Manual de P&D da Aneel.**

Destaques para as exigências e como a Light está se preparando para atender novas regras do setor.

**11 INOVAÇÃO ABERTA**

Light se conecta ao 100 Open Startups lançando desafio de combate a perdas.

**12 EFICIÊNCIA DO SISTEMA ELÉTRICO**

Método inovador detecta microvazamentos de óleo.

**14 COMBATE ÀS PERDAS**

Projeto busca inovação na regulamentação de perdas não técnicas em áreas de severas restrições operativas.

**16 COMBATE ÀS PERDAS**

Disbloq, o dispositivo de bloqueio: projeto inovador para eliminar a fraude em medidores trifásicos evoluiu para a fase industrial.

**18 SEGURANÇA DO TRABALHO**

Projeto viabiliza a refrigeração em espaços confinados de trabalho.

**22 MEIO AMBIENTE**

Light busca novas maneiras para melhorar a gestão do Reservatório de Lajes.

**26 QUALIDADE E CONFIABILIDADE DOS SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA**

Sistema gera maior confiança na operação de geradores.

**29 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

Revestimento protetor para postes de madeira.

**30 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

Sistema de automação usa esferas abrasivas que promovem a limpeza dos trocadores de calor.

**32 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

Monitoramento de comutadores em tempo real com emissão de alerta.

**33 ARTIGO CIENTÍFICO**

Confira dois trabalhos acadêmicos que contaram com o apoio da Light.

**39 DIRETO AO PONTO**

Júlio Hermes, consultor de eficiência e inovação corporativa, fala sobre o pólo de inovação no Rio de Janeiro.

## EXPEDIENTE



Diretor-presidente  
Ana Marta Horta Veloso

Diretor de Comunicação  
Ronald Cavalcante de Freitas

Diretor de Desenvolvimento de Negócios e RI  
Ana Marta Horta Veloso (interinamente)

Diretor de Gente e Gestão Empresarial  
Ailton Fernando Dias

Diretor de Finanças  
Claudio Bernardo Guimarães Moraes

Diretor de Energia  
Luis Fernando de Almeida Guimarães

Diretor de Engenharia  
Dalmer Alves de Souza

Diretor Comercial  
Wilson Couto Oliveira

Diretor Jurídico  
Fernando Antonio Fagundes Reis

## SABER

REVISTA DE PESQUISA & DESENVOLVIMENTO DA LIGHT

Superintendência de Regulação  
Angela Magalhães

Gerência de Regulação Econômica  
Diego Azara

Coordenação de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação  
José Tenório B. Junior  
jose.junior@light.com.br

Gerência de Comunicação Corporativa  
Giuliane Calvi  
giuliane.calvi@light.com.br

Conteúdo e Design  
Tribologia

Colaboração  
Cyro Rodrigues  
Eliane Reis  
Lana Almeida

Fotografias  
André Cyriaco

Impressão - gráfica Stamp  
Tiragem - 500



Programa de Pesquisa e Desenvolvimento

# Energia para entregar resultados

**São muitas horas do nosso dia dedicadas ao trabalho.** Nada mais justo do que fazer desse tempo algo recompensador. Na Light, segurança, ética e resultado são valores que, uma vez praticados com comprometimento por cada empregado, repercutem na performance e na imagem da nossa organização. O que o leitor encontrará nas próximas páginas da Revista Saber é também consequência de uma atuação orientada da área de Pesquisa e Desenvolvimento nesse sentido. O P&D nos permite pensar “fora da caixa” e contribuir diretamente na estratégia corporativa com foco nos temas essenciais do nosso negócio, de forma a nos trazer resultados e conquistas, tanto para a empresa, quanto para os seus clientes.

## POR ANA MARTA HORTA VELOSO



*“Os desafios a serem superados no presente são muitos. Por isso, também precisamos manter nosso foco em gerar resultados no breve futuro”.*

Há oito anos, publicamos a revista Saber. Nela, estão as novidades de Pesquisa e Desenvolvimento da Light, projetos que a curto, médio e longo prazos contribuirão para a diferenciação da nossa companhia em um mercado cada vez mais desafiador.

Esta edição traz alguns projetos que valorizam os bons exemplos de empreendedorismo e de resultados das iniciativas. São histórias de profissionais que, mais do que qualificação técnica, mostraram pensar e agir como donos de um negócio.

Projetos especiais que visam reduzir as perdas e a inadimplência, como o conector especializado para corte de fornecimento a clientes de baixa tensão e os aspectos regulatórios relacionados às perdas não técnicas em áreas de risco, são dois exemplos reportados na revista que inspiram o trabalho estratégico.

Ainda temos matérias sobre as inovações que tornarão mais eficientes os processos de manutenção. Ideias que têm como meta diminuir custos e gerar maior eficiência para a nossa companhia, com benefícios à Light e a seus clientes.

Os desafios a serem superados no presente são muitos. Por isso, também precisamos manter nosso foco em gerar resultados no breve futuro. A equipe de P&D se mantém sempre próxima dos profissionais de campo, ouvindo e fomentando ideias alinhadas às necessidades da Light e, claro, à legislação vigente. Um processo contínuo de trabalho, fundamental para a sustentabilidade do nosso negócio.

Temos a nosso favor um time de alta competência técnica e parcerias com organizações e universidades que agregam valor às nossas experiências. São muitas horas de trabalho dedicadas à entrega de resultados. É o agora que está nos preparando para as recompensas do futuro.



*"As empresas que se mantêm investindo em pesquisa e desenvolvimento em momento de crise costumam sair mais fortalecidas dessa fase".*

## Destruir mercados como garantia DE SOBREVIVÊNCIA

**A visão do professor e consultor José Arnaldo Deutscher** é a de um profissional que sempre respirou inovação. Economista formado pela UFRJ, com mestrado e doutorado em Gestão da Inovação pela Coppe/UFRJ. Ele é sócio da Antera Gestão de Recursos, gestora, em parceria com a Inseed, do Fundo de Investimento em Empresas Emergentes Inovadoras de Base Tecnológica - Criatec. Essa é só uma parte do extenso currículo de José Arnaldo que ministra aulas de Plano de Negócios e Gestão Estratégica da Inovação dos cursos de MBA da FGV e de Avaliação de Ativos Intangíveis do curso de MBA do CRIE/COPPE / UFRJ. Para os leitores da Revista Saber, uma aula com quem viu muitas empresas fecharem as portas e outras tantas surgirem. Tudo por causa da inovação.





“Investimos no caráter e nas competências dos empreendedores. Se você não detiver o conhecimento, capital intangível, na primeira virada do mercado a empresa irá sucumbir”.

### É fácil inovar no Brasil?

Existe essa ideia de que no Brasil é difícil fazer inovação. De fato, inovar não é para amador. É preciso processo e trabalho árduo. As empresas que se mantêm investindo em pesquisa e desenvolvimento em momento de crise costumam sair mais fortalecidas dessa fase. Mas não existe uma dificuldade maior no nosso país do que no resto do mundo. A Antera é uma gestora de capital semente para *startups* de base tecnológica, muitas das quais sem faturamento no momento do investimento, que só tinham o conhecimento como capital, no caso, um capital intangível. Oito anos depois, temos o exemplo da trajetória de 36 empresas cujo faturamento cresceu exponencialmente. Empresas que mexeram com a cadeia de valor de muitas grandes empresas, algumas das quais multinacionais.

### Qual o perfil das empresas que buscam o Criatec?

O Criatec foi o primeiro fundo dedicado ao capital semente. Os recursos administrados são do BNDES e do FINEP. Nosso portfólio é de apenas *startups* inovadoras de base tecnológica, especialmente biotecnologia. Buscamos empresas com soluções radicais, com potencial para mudar o mercado.

### Como perceber que está diante de uma empresa inovadora?

Temos um processo de investigação. As primeiras perguntas são “para quem se destina o seu produto?” e “já mostrou o seu produto para este público?”. Um dos principais motivos do fracasso na inovação é a ausência de pesquisa com o potencial usuário do produto. O autor Eric Ries, no seu *best seller* “*The Lean Startup*”, sugere que o inventor se certifique que sua ideia é realmente útil com, no mínimo, 100 possíveis usuários. Se existe uma inovação é preciso que haja a necessidade, mesmo que ainda não percebida. Inovação é invenção colocada no mercado com claras vantagens competitivas.

### E a importância do plano de negócios para as startups?

Não é usual ser procurado por uma *startup* com um plano de negócios validado. Não é isso que faz diferença na primeira fase. É preciso saber qual problema o seu produto resolve e validar com o público alvo. Isso porque não é possível criar uma necessidade, ela já deve existir, mesmo que não percebida. Temos que examinar o alinhamento com as megatendências. Alvin Toffler escreveu o livro “A Terceira Onda” em 1980 projetando o que está acontecendo agora, a mobilidade, o mundo digital, pessoas conectadas. Steve Jobs, por

exemplo, percebeu essa próxima curva do mercado para criar a Apple. Ele revela no livro “*Inside Steve Jobs Mind*” que o iPod tinha tudo para sair da Sony, a empresa que fabricava equipamentos de pequeno porte e já tinha um acervo musical. Muitas empresas se prendem a sua cadeia de valor e não percebem os movimentos do mercado. É o começo do fim.

### Como romper com um mercado de commodities, como o de energia elétrica?

Percebo que existe uma nova tendência disruptiva de geração de energia: a geração distribuída. Desde 2012, quando entrou em vigor a Resolução Normativa Aneel nº 482/2012, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e, inclusive, fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da micro e da minigeração distribuídas de energia elétrica, inovações que podem aliar economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade.

Quem investe hoje nessa autonomia, por meio da energia solar ou eólica, pode pagar caro, mas a tendência disso, claro, é ser cada vez mais viável economicamente. Sem contar que algumas indústrias

já se interessam em produzir energia porque os retornos sob o investimento são interessantes, a médio prazo. Isso é um tremendo desafio para os atores desse segmento porque trata-se de um rompimento dos modelos de negócios existentes no mercado. Por outro lado, ninguém melhor do que as empresas *incumbents* (*players* atuais) para inovar.

Com o conhecimento e participação de mercado que têm, eles estão com a faca e o queijo na mão para se reinventarem. Um bom exemplo disso é a Light Esco, que se dedica à transmissão e comercialização de energia renovável.

O mesmo acontece com outros setores, por exemplo, o que vai acontecer no mundo pós-petróleo? Acredito que as produtoras devem se perguntar todo dia. A economia do petróleo vai mudar, reduzir a importância. Alguns respondem que “o petróleo não vai acabar”, mas o maior risco não é esse. Como já foi dito, “a idade da pedra não acabou por falta de pedra” (autor desconhecido).

### Como minimizar os riscos de um investimento?

No processo de análise do investimento o risco deve ser bem avaliado. Além da análise do risco do negócio é realizada uma *due diligence*, que consiste em um conjunto

de investigações: contábil, financeira, legal, societária, do marco regulatório e da propriedade intelectual. Um dos grandes entraves para a inovação, especialmente a biotecnológica, é a legislação. Será que os órgãos reguladores aprovarão o produto? Um investidor quer retorno. Ele pode ser um investidor paciente, mas ele quer o retorno com lucro do capital investido.

E o mais importante: investimos no caráter e nas competências dos empreendedores. Se você não detiver o conhecimento, capital intangível, na primeira virada do mercado a empresa irá sucumbir. O conceito “*jump to the next curve*” é apresentado na palestra “*The art of innovation*” de Guy Kawasaki. Ele diz que se a empresa tem um mantra corporativo que traduza a missão, ela encontrará as próximas oportunidades para continuar no mercado, basta enxergar a megatendência. A Light pode ser um exemplo, ela é uma geradora e distribuidora de energia elétrica a partir do modelo atual ou está no negócio de energia? Para manter sua posição competitiva, pode e deve diversificar a forma de gerar energia. É uma questão de ir para a próxima curva. Isso é ter o foco no negócio e nas competências. Mercados, empresas e negócios não estão imunes ao fenômeno da disrupção.



Vale a pena conferir as palestras de Guy Kawasaki no YouTube. Inspiração para a jornada de inovação.



Livro “A Startup Enxuta”, de Eric Ries, título em português do “*The Lean Startup*”. Leitura obrigatória.





## O que mudou no Manual do Programa de P&D da Aneel

A Agência Nacional de Energia Elétrica está preparando uma atualização do Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica. A revisão da agência passou por audiência pública em julho de 2016, em Recife, Pernambuco, onde empresas e instituições interessadas puderam fazer considerações a respeito das mudanças. José Tenório Júnior, coordenador do programa de P&D da Light, esteve presente no encontro para apresentar as sugestões da ABRADÉE.



Da esquerda para direita, Jorge Ricardo, Diego Azara, Felipe Gomes, José Tenório, Eliane Reis e Humberto Fernandes. Equipe de P&D da Light.



O Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica publicado pela Aneel regula as atividades de P&D desde 2000, quando foi pela primeira vez implementado. Desde então, muitas mudanças já foram feitas para aperfeiçoar as regras.

A minuta do novo manual chegou em 2016 trazendo novas exigências para o setor. “Existe o compromisso anual de investir um percentual mínimo da receita operacional líquida da empresa em P&D. Esse valor é recolhido mensalmente nas contas de eletricidade e o recurso entra como provisão na contabilidade da empresa. Esse saldo só pode ser usado para o desenvolvimento de projetos inovadores e para a gestão da área de pesquisa e desenvolvimento”, explica o consultor Jorge Ricardo. “A mudança obriga as empresas a somarem a taxa Selic, que referencia os juros no Brasil, ao saldo, aumentando o limite regulatório, impactando financeiramente o compromisso anual das empresas de distribuição, transmissão ou geração de energia elétrica para os próximos 3 anos”, completa.

A complexidade do cumprimento da nova regra está no momento em que a mudança chegou para o segmento de energia elétrica. “Estamos em plenos esforços para nos recuperar dos desafios que acompanham o setor. Para se ter uma ideia, o valor acumulado da taxa Selic nas empresas impactadas em todo o Brasil gira em torno de R\$ 1 bilhão. Certamente é um desafio que não chegou na melhor fase do mercado”, conta Felipe Gomes, engenheiro da Light.

De acordo com a minuta, as empresas terão 36 meses para atender à exigência. “Uma das sugestões da equipe foi aumentar o prazo para 48 meses, o que torna o cumprimento da regra mais factível”, afirma José Tenório. O pedido da Light está em consonância com o interesse de outras empresas do setor elétrico.

### Troca de ideias

Outra sugestão da equipe de P&D da Light à Aneel foi deixar mais claras as questões subjetivas que caracterizam um projeto original e inovador. “Existem

elencados no manual cinco critérios que acreditamos precisar de aprofundamento afim de torná-los mensuráveis. Nossa proposta é criar um *check list* para a caracterização da originalidade”, explica José Tenório.

As definições tratadas no manual também foram alvo de comentários da equipe de P&D da Light. “Nas últimas décadas, o conceito de P&D corporativo tem passado por uma grande transformação. Estamos saindo do modelo fortemente baseado em ciência e tecnologia para um modelo com base em inovação para o setor. É preciso que novos atores, como *startups* e incubadoras, sejam inseridos na cadeia de inovação reconhecida pela Aneel”, afirma o coordenador.

*“Outra iniciativa importante será a chamada pública para projetos com tema específico no combate às perdas. Essa chamada envolverá todos os especialistas da Light no tema, que deverão apresentar suas demandas e ideias, além da comunidade acadêmica com know how no assunto e startups”.*

*José Tenório,  
coordenador de Pesquisa,  
Desenvolvimento e Inovação  
da Light.*

### A preparação da área de P&D para o atendimento das novas regras

O projeto de gestão de P&D, no qual estão concentrados os custos para o bom funcionamento da área, também passou por alteração. “Trata-se de um aprimoramento com impacto na prestação de contas do projeto de gestão. No cenário atual, o controle e a auditoria são realizados uma vez ao ano. Na proposta apresentada na minuta, esse prazo aumenta e passa a ser bianual. Tal mudança exige um maior controle interno das contas, otimizando consideravelmente os esforços

de auditoria”, conta Humberto Fernandes, analista de recursos P&D da Light.

Em termos contábeis, as mudanças já foram comunicadas por ofício. “O Manual de Auditoria Contábil da Aneel tem muitas exigências a serem cumpridas. Desta vez, o impacto nessa área já foi absorvido pelos nossos processos internos”, afirma Eliane Reis, auxiliar administrativo.

Os desafios lançados pelo novo manual, que ainda não tem data para lançamento, também estão sendo vistos como oportunidade. “Estamos fazendo um levantamento dos projetos de P&D, concluídos no período de 2012 a 2016, para verificar os resultados alcançados. A avaliação de pós-projeto nos trará informações relevantes para escolher os novos projetos e, conseqüentemente, aumentar a taxa de sucesso da execução e produção. O incremento dos investimentos em P&D, gerado pela Selic no saldo, aumenta a responsabilidade de ser ainda mais assertivo nos novos projetos de inovação”, revela Felipe Gomes.

De acordo com Jorge Ricardo, “o foco são os projetos que contribuam com os indicadores estratégicos da Light, como a diminuição da inadimplência, das perdas e do combate ao furto de energia.

“Outra iniciativa importante será a chamada pública para projetos com tema específico no combate às perdas. Essa chamada envolverá todos os especialistas da Light no tema, que deverão apresentar suas demandas e ideias, além da comunidade acadêmica com *know how* no assunto e *startups*”, afirma José Tenório.



**Manual do Programa vigente:**  
[aneel.gov.br/programa-de-p-d](http://aneel.gov.br/programa-de-p-d)



**As reuniões ordinárias de diretoria da Aneel podem ser vistas no canal do YouTube da agência.**

# Light integra movimento de inovação mundial

**100 Open Startups conecta grandes empresas com uma comunidade de startups para fomentar o mercado de inovação aberta.**



*Light lança desafio de combate às perdas.*

O 100 *Open Startups* está beneficiando todos os atores do ecossistema de inovação, em especial, as grandes empresas, comunidades científicas e *startups* interessadas em buscar soluções para grandes desafios. É o caso da Light, que tem como tema estratégico o combate às perdas de energia. Em parceria com a Cemig, a companhia lançou o desafio para as *startups* estudarem soluções inovadoras e de alto impacto para o mercado.

### Mente aberta

O conceito de “*open startups*” diz respeito à ideia de inovação aberta, que descreve como boa prática o uso de ideias originadas dentro e fora da empresa.

Uma *startup* aberta estará sempre disposta a se reorganizar para ficar mais atraente aos investidores e aportes financeiros que viabilizam as suas inovações.

O 100 *Open Startups* é um movimento que reúne 100 *startups* qualificadas para contribuir com os desafios lançados pelas empresas.

De acordo com dados divulgados pelo movimento, desde 2015 foram 82 empresas conectadas, 714 encontros entre grandes empresas e *startups* e 53 contratos formalizados.

### Como conectar-se aos 100

As grandes empresas podem propor desafios próprios ou participar como patrocinadoras de questões que já foram lançadas. No caso do setor de energia elétrica, existem hoje desafios como soluções para aumento da eficiência energética e qualidade na geração e confiabilidade dos serviços de energia elétrica, novas tecnologias e métodos de medição (*Smart Metering*), e monitoramento

e redução de perdas comerciais e de vulnerabilidade de sistemas elétricos ao furto e à fraude. O objetivo do investimento em desafios lançados é buscar soluções sustentáveis para os problemas comuns da sociedade e do mercado.

As *startups* interagem com os desafios propostos pelas grandes corporações e propõem soluções que serão avaliadas pelas empresas patrocinadoras.



[www.openstartups.org.br](http://www.openstartups.org.br)



# Cabos das subestações: segurança de ponta a ponta

Método inovador é capaz de detectar micro vazamentos de óleo isolante

Para se preparar para os eventos esportivos internacionais, a cidade do Rio de Janeiro passou por uma grande transformação urbana. Novas estações de metrô, rodovias expressas, viadutos, instalações de linhas de telefone... Nos canteiros, escavações eram feitas diariamente, aumentando os riscos de rompimento dos cabos subterrâneos de energia elétrica. Os transtornos causados nos últimos anos por conta das obras, geraram ainda mais expectativa sobre o projeto de P&D, que promete identificar o local exato onde há o rompimento dos cabos, tornando mais ágeis e econômicos os reparos.

## Inteligência aplicada

Já era tempo do método hidráulico para detecção de vazamento em cabos de alta tensão ser substituído. “O método utilizado ainda hoje no Brasil é rudimentar. Com ajuda do gás hidrogênio, congela-se uma área, escolhida aleatoriamente, e um equipamento rústico aponta a direção do vazamento. Escolhemos um outro ponto para o lado apontado pelo equipamento e assim vamos fazendo vários testes de tentativa e erro até achar o local exato. Além de levar dias, o trabalho é dispendioso”, explica Fellipe Talhofer, coordenador de Manutenção de Linhas de Alta Tensão e gerente do projeto. Como a incidência de rompimentos de cabo era pequena até 2011 - cerca de uma por ano - investir em uma solução moderna não era economicamente viável. “O prejuízo financeiro causado por esse dano está em torno

de R\$1 milhão. Com o volume de obras no Rio de Janeiro, as ocorrências aumentaram e passaram para uma média de seis por ano. Isso gerou um grande impacto também na operação. Os números alertaram que era preciso acelerar a criação de um novo método para identificação de vazamentos”, completa Fellipe.

O novo sistema, que utiliza uma tecnologia de ultrassom inovadora baseada em reflexão associada à refração, promete trazer uma nova era para o reparo dos cabos de transmissão de energia. “Os testes em laboratório foram um sucesso. Conseguimos simular diversas situações e tipos de solo para ver como se comportava a onda de ultrassom no sistema. São oito especialistas da Light e da UFRJ envolvidos nessa fase. Agora vamos para os testes em campo”, revela Jorge Baptista, técnico de Campo.

## De grandes a micros

A complexidade de utilização do método hidráulico faz com que apenas os grandes vazamentos sejam detectados e reparados. O desafio era encontrar uma ferramenta inteligente, que identificasse vazamentos também em microrrachaduras. “O óleo isolante não é biodegradável. Como os cabos passam pelo solo e pela água, a responsabilidade da empresa transmissora é grande. O projeto visa estancar o problema antes que se crie outro maior”, completa Jorge.

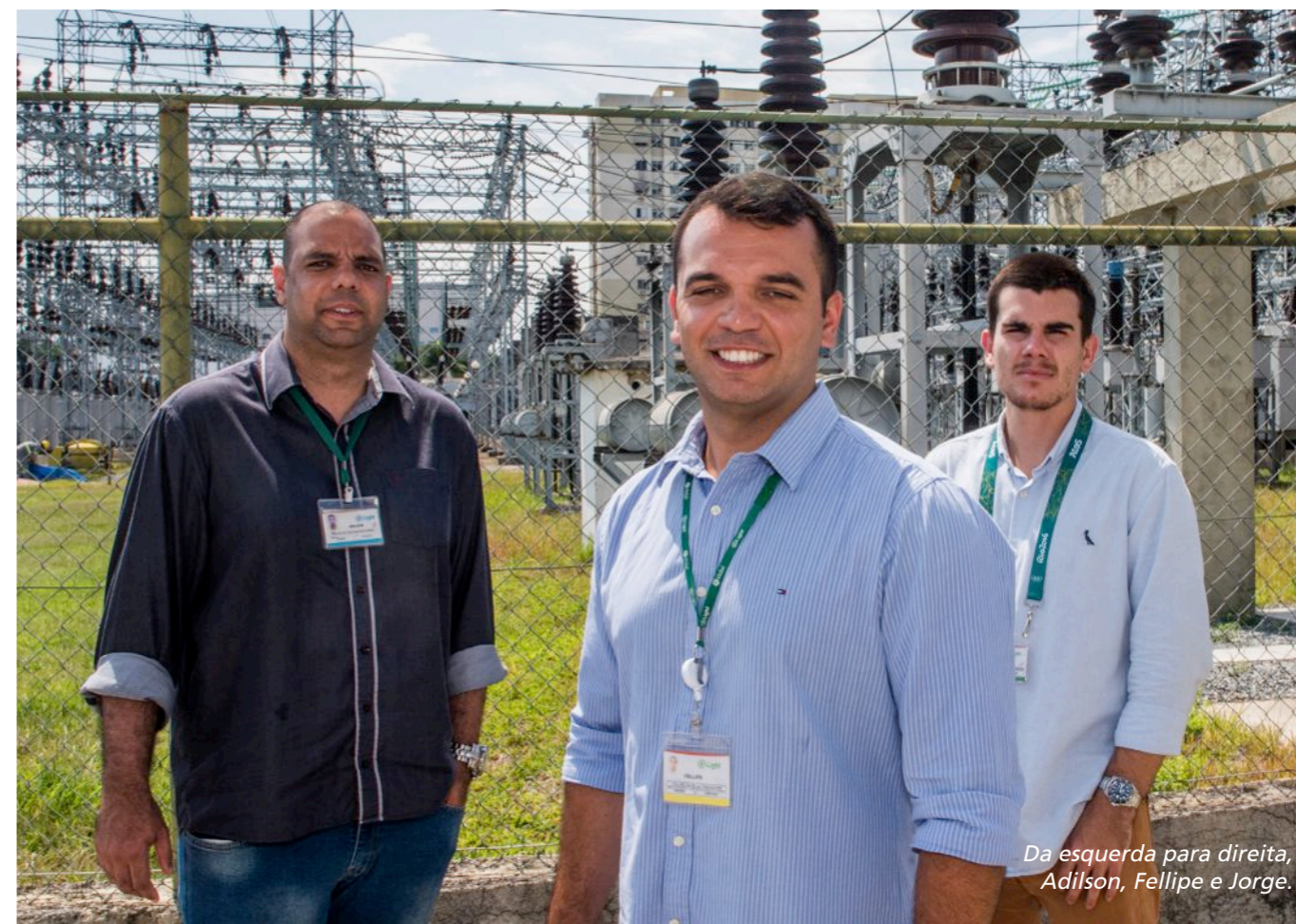
De acordo com Adilson, gerente desse projeto e engenheiro de Campo, os testes em campo confirmarão a confiabilidade do sistema ultrassônico. “São dois equipamentos colocados na ponta do cabo, um emissor, que envia o sinal de frequência, e outro receptor, que recebe esse dado. Fórmulas matemáticas

criadas na fase de laboratório identificarão quando houver um problema. O que precisamos verificar nessa etapa piloto é como o sinal se comporta diante de algumas variáveis, como as emendas nos cabos, outros dutos de gás e água que podem estar próximos, entre outros”, explica.

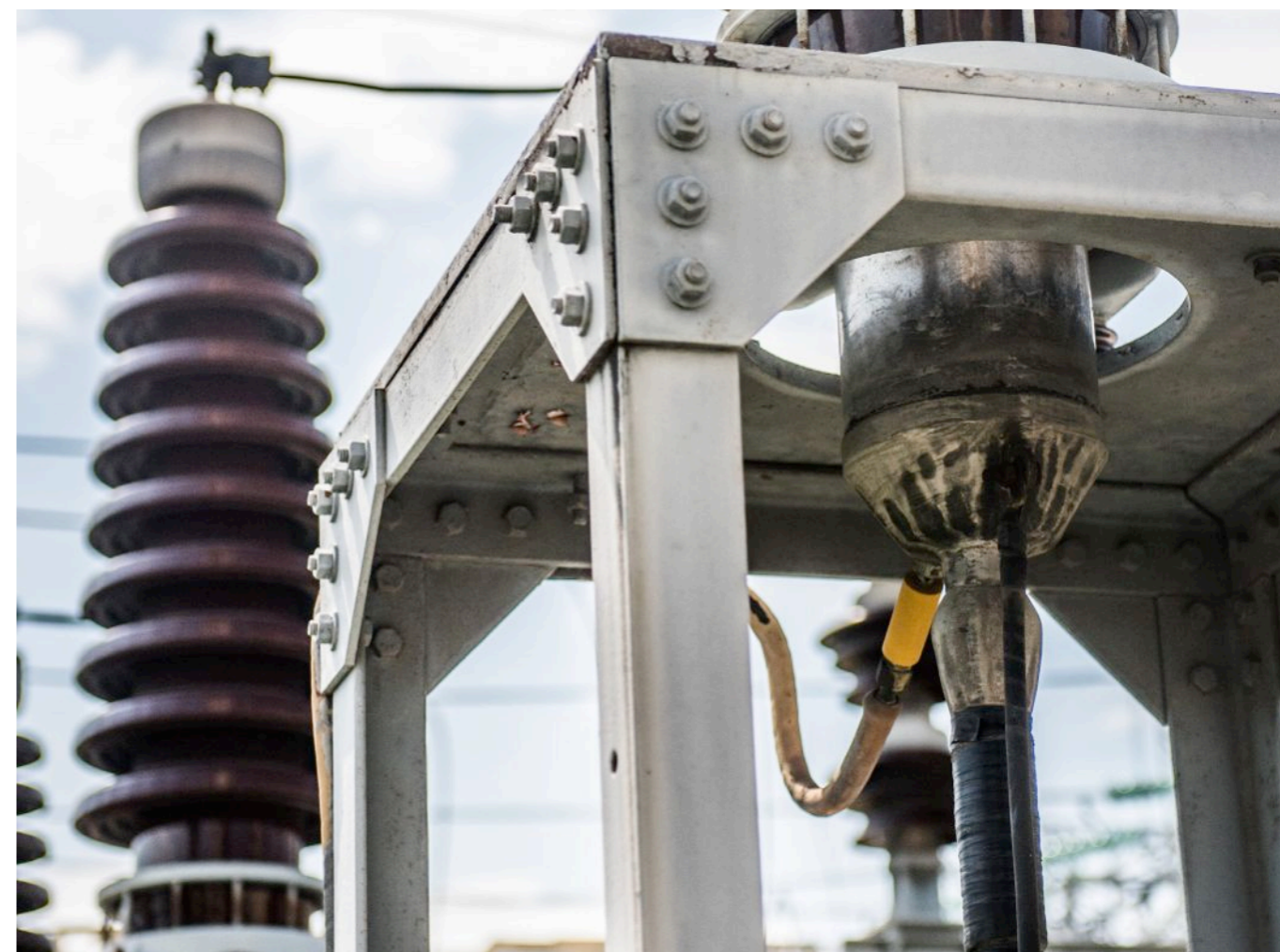
A busca pelo rompimento do cabo, que hoje é feita em dias e mobiliza dezenas de profissionais, deverá, em breve, se tornar um processo de algumas horas.



De 2012 a 2016, foram 29 ocorrências de rompimento de cabos com vazamento de óleo isolante.



Da esquerda para direita, Adilson, Fellipe e Jorge.





## Projeto busca inovação na regulamentação de perdas não técnicas em áreas de severas restrições operativas

Seminário reunirá especialistas e instituições para primeira discussão sobre o tema.



*“Queremos uma solução mais sustentável, tanto para a concessionária que presta o serviço, como para o consumidor que paga a conta”.*

*Angela Magalhães,  
Superintendente de Regulação da Light.*

A Light fechou parceria com o Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL), do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ), para desenvolver um novo projeto de P&D da companhia. A pesquisa tem como principal objetivo propor aprimoramento regulatório relacionado às perdas não técnicas de distribuidoras de energia que atuam em locais com severas restrições à operação.

“O escopo central desse projeto é gerar subsídios para inovações regulatórias no tema perdas não técnicas. O que queremos é demonstrar que a regulamentação brasileira precisa considerar essa restrição de atuação das concessionárias de energia elétrica no cálculo das perdas e da eficiência do atendimento e serviço”, comentou professor Nivalde de Castro, coordenador do GESEL.

A primeira ação do projeto será um seminário no dia 24 de novembro de 2016 com a presença de especialistas e de outras instituições envolvidas no tema, com o objetivo de discutir os elementos centrais desta problemática no setor elétrico e em outras atividades como água, correio e TV a cabo. O resultado do encontro será sistematizado em um primeiro relatório técnico do projeto, que será distribuído para as autoridades do Setor Elétrico e à Light no início de 2017.

“Em uma reunião do conselho de administração da Light houve uma discussão sobre como caracterizar determinadas áreas como ‘de risco’, e como essa caracterização poderia servir para outros estados do Brasil. Então, queremos estudar melhor essa questão, partindo dos microdados da Light e de outras empresas para podermos extrapolar para o Brasil”, comentou Angela Magalhães, superintendente de Regulação e gerente do projeto.

### Dificuldades para atuar em áreas da concessão

Existem diversas áreas no Rio de Janeiro e em outros estados do Brasil onde há furto de energia elétrica e que a situação vem se agravando. Além de estimular o desperdício, esse problema determina obrigatoriamente um aumento do custo para os consumidores que pagam regularmente suas contas. Por outro lado, e como consequência direta dos furtos de energia e da impossibilidade de entrar nestas áreas, as distribuidoras são incapazes de cumprir as metas de redução de perdas e índices de qualidade estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

“Com a regulamentação vigente temos a obrigação de fornecer a energia que for consumida na região, mas a Light não consegue entrar nessas áreas para prestar serviços ou combater o uso perdulário da energia elétrica. Por isso, queremos uma solução mais sustentável, tanto para a concessionária que presta o serviço, como para o consumidor que paga a conta, quanto para o próprio país, pois no final são os recursos do Brasil que estão sendo desperdiçados”, finaliza Angela.

## Testes em campo para equipamento contra perdas e roubo de energia

Projeto de combate às perdas, em parceria com a UFRJ, cria protótipo que detecta ligações clandestinas.



*Leia o artigo científico na página 36 dessa edição.*

Equipamento que detecta um ramal clandestino nas redes de energia, criado pelo projeto de P&D da Light, em parceria com a UFRJ, deve começar a ser testado em campo ainda este ano. O protótipo já está pronto, mas precisa de adequações que só poderão ser feitas durante as operações reais. “O objetivo é deixar o protótipo portátil e de fácil manuseio”, comenta Carlos Alberto Noronha, gerente de Recuperação de Energia da Light.

O equipamento irá identificar desvios subterrâneos de energia, muitas vezes criados durante a construção da rede padrão de eletricidade. Com um ramal clandestino antes de chegar ao medidor, a energia consumida não é totalmente mensurada nem cobrada.

“Esse projeto é muito importante e vai trazer grandes benefícios para a empresa. Existem inspeções

subterrâneas difíceis de serem realizadas”, complementa Carlos Alberto Noronha.

### Testes em laboratório

Os testes que foram feitos em laboratório conseguiram identificar desvios em redes de até 35 metros de distância. O aparelho emite um sinal parecido com um ultrassom, capaz de identificar o ramal clandestino. Nessa nova etapa, a previsão é desenvolver o equipamento para que ele possa identificar um problema em uma rede de até 60 metros de comprimento.

Além disso, o equipamento precisa atender às necessidades dos operadores de campo, que muitas vezes trabalham em condições adversas, com luvas grossas, poeira e pouca luz. O aparelho precisará ter uma tela com um visor, que funcione no ambiente subterrâneo e que possa ser operado com luvas, por exemplo.

“Nesta nova fase queremos estar junto às equipes da Light para extrair dessa utilização os resultados e indicativos para atender às necessidades reais da operação”, completa o professor Carlos José Ribas, da UFRJ.

### Atuação nas redes

Desde março deste ano, a Light já utiliza um sistema mais simples de identificação de desvios, o chamado Passa Fio. Este método é mais utilizado nas vias aéreas, pois as vias subterrâneas estão muito comprometidas e são de difícil acesso.

“O Passa Fio é um fio de nylon robusto com uma parte metálica na ponta onde é amarrado um nylon que circula o ramal que foi ligado. O fio passa pela rede e é puxado até chegar ao medidor. Se tiver alguma emenda na rede, ele não passa, e aí podemos identificar onde está o desvio”, explica Carlos Alberto Noronha.



# Disbloq contra fraude

## Fase industrial confirma as expectativas de resultado.

O dispositivo de bloqueio, o Disbloq, solução inédita para eliminar a fraude em medidores trifásicos eletromecânicos, evoluiu para a fase industrial. A Light, a Universidade Federal Fluminense e os parceiros envolvidos no projeto de P&D produziram a prova de conceito do Disbloq. De forma a dar continuidade aos testes e tendo como objetivo o baixo custo, foi necessário viabilizar financeiramente o produto com a tecnologia criada no projeto.



**Fernando Pompeu**  
Gerente de Engenharia e Expansão  
da rede de Distribuição

### A chave antifraude

Há 1 ano e 8 meses em desenvolvimento, o Disbloq chega às fases finais já em 2016. Coerente com o planejamento inicial, o produto teve sucesso ao cumprir com o objetivo de interromper a transmissão de energia ao detectar um tipo específico de fraude. Atualmente, a Light vem detectando um alto índice de queima de uma das bobinas de potencial de medidores eletromecânicos. A queima accidental ou provocada da sua bobina prejudica o desempenho dos medidores de energia elétrica, gerando enormes prejuízos relativos à essas perdas, uma vez que o medidor permanece marcando o consumo das bobinas não danificadas.

Os testes com o Disbloq fortaleceram a esperança de, num futuro próximo, não ser mais possível usar esse artifício para consumir energia sem pagar por ela. O equipamento é capaz de detectar a tentativa de dano à bobina e abrir a chave de saída de carga. Assim que houver a tentativa de fraude, o consumidor ficará sem energia, fazendo também com que a bobina seja preservada.

### Parceria para incrementar o produto

O objetivo agora é transformar o projeto em um modelo aplicável aos medidores de energia. Até o presente momento, os esforços foram para fazer o Disbloq funcionar, a princípio sem se preocupar com parte estética, com uma tecnologia viável para comercialização. Após o sucesso dessa fase, o futuro fabricante, em conjunto com os parceiros, criará um protótipo que atenda à Light e ao mercado.

Atento à oportunidade, o fabricante CCK já apresentou o primeiro exemplar do produto, e junto à equipe envolvida com o projeto, contribuiu muito para tornar o produto viável. Juntos estão fazendo incrementos na peça para potencializar a sua performance em campo.

### Na medida perfeita

Na visão de Danilo Ribera, gerente de Gestão e Controle de Medição da Light, a aplicação do Disbloq deve fazer a fraude por queima de bobina cair em

desuso. “A fraude, que tem sido muito comum no parque da Light, gera perdas de equipamento e de faturamento. A possibilidade de cortar a energia assim que houver a tentativa de dano vai inibir e talvez eliminar o mau hábito”.

Uma etapa estratégica para o sucesso do piloto será a escolha dos medidores que receberão o Disbloq. “Vamos fazer um mapeamento de perfis de consumidor e das áreas com incidência para colocar o dispositivo nos equipamentos com maior risco de fraude. Essa logística, somada ao processo de religamento da eletricidade que será estruturado para esses casos, vai auxiliar o êxito da proposta do projeto”, espera Danilo.



**Você sabia? Na Agência Virtual, você pode fazer a sua denúncia sobre possíveis irregularidades. Acesse o site [www.light.com.br](http://www.light.com.br)**

*“A fraude, que tem sido muito comum no parque da Light, gera perdas de equipamento e de faturamento”.*



**Danilo Ribera**  
Gerente de Gestão e Controle de Medição



A high-angle photograph looking down into a circular opening in a metal floor. A worker wearing a red hard hat with a 'Light' logo, safety glasses, and a brown protective suit with reflective strips is positioned inside the opening. The worker is holding a metal ladder or platform. The interior of the opening is filled with a dark, granular material. A rope hangs down from the top of the opening. The surrounding floor is made of a diamond-patterned metal grate.

## Projeto e Desenvolvimento

para melhorar o trabalho em ambientes confinados.



## Refrigeração em espaços confinados

O trabalho de eletricitistas e técnicos em eletricidade nos espaços confinados subterrâneos é um desafio. Além das características inerentes ao ambiente, as altas temperaturas geradas pelos próprios equipamentos fazem o dia mais quente do verão carioca parecer refrescante. Atenta às oportunidades de melhoria das condições de trabalho nesses espaços, a área de P&D estuda um sistema de controle de exposição dos profissionais ao calor.

### Rio 90 graus

O Rio de Janeiro tem cerca de 4.500 espaços destinados à rede subterrânea de transmissão de energia elétrica. Fios, transformadores e outros acessórios desceram dos postes e foram colocados em câmaras debaixo do solo, modernizando e trazendo mais segurança à infraestrutura da cidade. “É característica das câmaras ser um espaço de acesso restrito e sem possibilidade de habitação humana. Por outro lado, precisamos fazer com que as condições de trabalho temporário nesse ambiente sejam as melhores possíveis. Existem chamados para execução de reparos onde é preciso que o profissional fique imergido por até oito horas consecutivas e a alta temperatura do local é um fator crítico para a segurança do trabalho”, conta Calixtrato Talon, coordenador de Segurança no Trabalho e Gerente de Projeto. “A passagem de corrente elétrica pode gerar um calor de até 90 graus celsius. Antes de entrar na câmara subterrânea, é preciso usar de um mecanismo para ajudar na circulação do ar até tornar possível realizar o trabalho local. Em termos práticos, perde-se muito tempo. O que queremos com esse projeto de P&D é tornar o processo de resfriamento mais rápido e eficiente”, explica Cesar Moreira, coordenador do Projeto da Funcoge - Fundação Comitê de Gestão Empresarial.

### Ares de inovação

Não é possível desligar as máquinas para fazer a manutenção, afinal o cliente Light depende de um fornecimento contínuo. Nem é viável instalar um ar-condicionado em cada câmara. “Nossos estudos apontam para um sistema portátil de refrigeração que, a longo prazo, atenderá não só à Light, mas às indústrias que também usam espaços confinados de trabalho”, revela o coordenador.

“Na fase de pesquisa, identificamos que a temperatura externa interfere pouco. A principal fonte de calor é artificial, gerado pelos equipamentos de energia que estão na câmara. O que existe hoje de sistema de ventilação e exaustão atende a 16% da demanda de circulação de ar no ambiente confinado”, explica Talon.

O projeto deu mais um passo: a criação do primeiro protótipo. “Estamos reunindo as peças de fabricantes e elaborando não só a tecnologia, mas também um novo processo de trabalho. É um sistema inovador, original, nunca usado no Brasil”. Os especialistas envolvidos na pesquisa acreditam que já nessa fase, o projeto chamará a atenção do mercado. Todos estão em busca de diminuir o desgaste do trabalhador com o calor e melhorar o tempo de atendimento aos chamados.



**Confira o monitoramento da maior rede elétrica subterrânea da América Latina no Conexão Light, no YouTube.**

## Combate à inadimplência: os resultados práticos do projeto

**Melhorar os indicadores de inadimplência é um grande desafio para as distribuidoras de energia elétrica. Na Light, o conector para corte de fornecimento a clientes de baixa tensão, projeto de P&D implantado em 2016, mostrou sua capacidade de fazer com que consumidores priorizem o pagamento das contas de energia.**

De acordo com o levantamento da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – Abradee, o corte de energia elétrica cresceu no Brasil 93,75% no primeiro semestre de 2016 em comparação com o mesmo período em 2015. O motivo: a inadimplência. Após 45 dias de atraso, a distribuidora deve interromper o fornecimento de energia. “Para conseguir cumprir o prazo de corte é preciso movimentar um grande número de profissionais em campo. Nem sempre é possível garantir que o trabalho de corte tenha sido realmente feito”, conta Aline Gonçalves, Coordenadora de Cobrança de Poder Público, usuária-chave do projeto.

Além de tornar efetiva a interrupção de energia, o conector impossibilita o religamento feito pelo próprio cliente. “O dispositivo criado contém um cartão com uma antena de rádio-frequência. Uma vez retirado do medidor, a transmissão de energia é cortada. O profissional de campo deve levar o cartão como evidência que o corte foi realizado e, após a quitação da dívida, basta que ele seja inserido novamente no medidor para que o fornecimento seja restabelecido”, explica.

O cartão tornou os processos de corte e religamento de eletricidade mais ágeis e eficazes. “Isso vai impactar a produtividade da equipe e o custo da operação, uma vez que torna possível garantir o atendimento das demandas de corte”, afirma a coordenadora.

### O aprendizado em campo

No início, o projeto tinha a ambição de contribuir com a melhoria dos indicadores de perda e de inadimplência. Foi em campo que surgiu uma outra visão. “Quando mudamos os primeiros relógios vimos que, após o corte de energia, um grande número de consumidores optou por fraudar e não por pagar a conta, como esperávamos”, revela Aline. Diante da decepção, foi preciso reavaliar o objetivo do conector de corte de fornecimento a clientes de baixa tensão. “Esse risco não era mensurável no início do projeto. Percebemos na fase de testes que o sucesso dependia também de uma avaliação prévia do perfil do cliente”, completa. E isso foi feito. Após avaliar o comportamento do consumidor, a fim de não motivar as perdas, os números do

projeto foram surpreendentes. Dois grandes condomínios foram escolhidos, um na Ilha do Governador e outro em Irajá, para a instalação de nove mil unidades do novo produto. Foi feito um levantamento dos pedidos de religação no período de três meses, sem o conector e com o conector, para comparação. Antes do conector instalado, a taxa de religação era de 57%. Depois, os pedidos passaram para 91%.

### Suporte tecnológico

Está prevista para março de 2017 a implantação do Projeto Único de Gestão, o Gedis, sistema que vai concentrar toda informação da operação e outros dados da Light. Aline prevê a importância de ter o novo sistema dando suporte ao projeto. “A comunicação entre as equipes que atuam dentro e fora da nossa companhia precisa funcionar de maneira organizada. O sistema de hoje oferece esse suporte pois registra as informações e garante a qualidade do atendimento ao cliente. Com a ajuda da área de tecnologia da informação, as equipes também poderão contar com o novo sistema para manter o sucesso da iniciativa”.



**Aline Gonçalves,**  
coordenadora de Cobrança  
de Poder Público.



# Light busca novas maneiras para melhorar a gestão do Reservatório de Lajes



Complexo gerador de Lajes: por onde passam as águas que abastecem boa parte do estado do Rio de Janeiro.

## Fase industrial confirma as expectativas de resultado.

Com o objetivo de auxiliar a Light a fazer uma melhor gestão operacional e ambiental do Reservatório de Lajes, deve ter início, ainda em 2016, um projeto de P&D em parceria com a Universidade do Estado do Rio de Janeiro e com o Instituto Técnico Superior da Universidade de Lisboa, em Portugal. Esse reservatório, que faz parte do Complexo Gerador de Lajes, localizado no interior do Rio de Janeiro, é um dos mais importantes para o abastecimento de água da população do estado.

Essa primeira fase, que terá duração de 18 meses, visa desenvolver e implantar uma estação automática para adquirir um conhecimento detalhado das condições e características da coluna d'água (contempla do fundo do reservatório até a superfície). “Esse aparelho ficará flutuando na superfície da água, ancorado, e nele estarão acopladas sondas de medição de qualidade da água e instrumentos de coleta de dados meteorológicos, como quantidade de chuva, vento, insolação, temperatura e pressão atmosférica”, comentou Rinaldo Rocha, analista de Meio Ambiente de Campo, da Gerência de Meio Ambiente da Light.

Essa fase também contemplará o desenvolvimento de um sistema de transmissão de dados dessa plataforma para a universidade e para a Light.

Nas fases posteriores, os dados coletados irão subsidiar o desenvolvimento dos primeiros módulos de um modelo numérico que será utilizado para reproduzir os processos que ocorrem e que influenciam na qualidade da água do reservatório, como o processo hidrodinâmico, de aquecimento e resfriamento da massa d'água, e processos ecológicos. Isso vai auxiliar a empresa a fazer uma melhor gestão do reservatório e ter maior segurança na operação.

“No futuro, esse modelo numérico será utilizado para criar cenários como, por exemplo, uma seca prolongada, conforme a que vivemos recentemente. Queremos prever essas situações, tendo maior segurança na programação e execução das manobras operativas”, complementou Rinaldo.



# Laboratório a céu aberto

## Diversificação da matriz energética para grandes clientes

### Tigo Energy

A Light libera o acesso ao sistema para fomentar a pesquisa e o desenvolvimento no Brasil. Solicite a análise de sua permissão por e-mail: fernanda.ferreira@lightesco.com.br

**Nunca se investiu tanto em fontes de energia renováveis no mundo, como revela o relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma).** Em 2015, os investimentos atingiram o recorde de 286 bilhões de dólares e o Brasil está entre os dez maiores países investidores. O projeto de P&D, que instalou no telhado do Museu Light da Energia painéis solares que funcionam como uma usina-laboratório, produz informações valiosas para o desenvolvimento de novos projetos de geração de energia solar. É a Light acompanhando o movimento do planeta.

Os dados mostram que uma mudança está em curso no mundo. A pesquisa divulgada em 2016 pela ONU revela que, em 2015, foram adicionados 134 gigawatts de capacidade instalada proveniente de fontes renováveis, excluindo grandes hidroelétricas, sendo 53.6% de toda a capacidade instalada adicionada no mundo neste mesmo ano. A diversificação de matriz energética também está na pauta da Light, mostrando que a empresa faz parte do movimento que deseja fortalecer a busca por fontes complementares aqui no Brasil.

### Produção de energia e resultados

A usina-laboratório instalada no início de 2015 no telhado do Museu Light tem gerado bem mais do que energia. Os 20 megawatts-hora produzidos até agora equivalem a uma economia de 9.810 quilos de CO2 na atmosfera. “Além do viés de sustentabilidade, a usina traz um enorme ganho para o desenvolvimento de novos negócios. O que fazemos é comparar as informações reais das diferentes tecnologias da usina com os cálculos de novos projetos, tornando-os mais assertivos,

otimizando o desempenho dos projetos de geração fotovoltaica”, conta Fernanda Merizio Ferreira, ex-trainee da Light, agora engenheira da Light ESCO e também gerente do projeto.

A capacidade da Light de desenvolver projetos usando a energia solar tem servido também à abordagem comercial em grandes clientes. “O que queremos é sensibilizar as indústrias com potencial para a diversificação das fontes de energia. A geração fotovoltaica pode proporcionar ganhos em segurança, responsabilidade ambiental e também financeiros”, revela. Duas pesquisas de opinião em grandes clientes da Light foram realizadas para avaliar a maturidade das empresas em relação ao assunto.

### Fonte inesgotável de pesquisa

A escolha pelo telhado do museu para a instalação dos painéis sob condições adversas se mostrou ideal para diversificar as pesquisas. “A usina-laboratório foi posicionada em um local com alto nível de sombreamento e voltada para o sudoeste, quando o aproveitamento da radiação solar incidente ao longo do ano é maior se o painel estiver voltado para o norte geográfico. Assim, podemos estudar como essas condições influenciam as três diferentes tecnologias de painéis instalados (silício amorfo, monocristalino e policristalino). Isso nos dá muitas possibilidades para pesquisas, uma vez que é possível identificar o comportamento da geração sob diversas variáveis”, explica.

Os dados gerados pela usina contribuíram para a publicação de seis dissertações de mestrado. A ideia é que a disseminação dos dados auxilie ainda mais pesquisas. “Queremos expandir os experimentos lúdicos no próprio museu e dar acesso aos dados gerados a centros de pesquisa de todo o Brasil. Os resultados desse projeto de P&D serão compartilhados a fim de que se crie uma conscientização coletiva e de que possam contribuir com novos projetos, sejam de pesquisa ou de mercado”, conclui.



Fernanda Merizio Ferreira, engenheira da Light ESCO, em frente ao museu da Light.







*Savio Telles, engenheiro e gerente do projeto.*

## O *software* que gera maior confiança na operação de geradores

**Os números dão conta do tamanho da responsabilidade.**

Hoje, as usinas hidrelétricas respondem por mais de 70% da produção de energia no Brasil. Só o Complexo de Lajes, um dos parques geradores da Light, tem capacidade instalada de 612 megawatts, suficiente para abastecer mais de um milhão de residências. O projeto de P&D, que visa ampliar as proteções dos geradores, já está em funcionamento na hidrelétrica de Fontes Nova, em Piraí, Rio de Janeiro, e avança para outras usinas do complexo, otimizando a operação do Grupo Light - e com a ambição de atender a todo o mercado.





*Claudio Coelho, Gerente de Engenharia, e Savio: o software foi construído com base em metodologia de desenvolvimento dinâmico, o que permite incrementos futuros por outros usuários.*

Um equipamento vital para a disponibilidade energética, o gerador hidráulico carrega em si diversos sistemas de proteção. A qualquer sinal de problema, ele desarma para se defender. “O *software* visa melhorar os parâmetros das proteções para que o gerador não reaja sempre por meio do autodesligamento para os defeitos no sistema elétrico de potência. Em muitos casos em que o sistema de proteção é acionado, o gerador poderia ter mantido o funcionamento”, explica Savio Telles, engenheiro e gerente do projeto. “Não é viável reproduzir falhas reais para otimizar os parâmetros de proteção. O *software* nos ajuda a simular os defeitos via computador para que se possa garantir que a resposta do gerador seja sempre adequada a cada tipo de problema”, complementa Claudio Coelho, gerente de Engenharia.

O impacto no negócio é grande quando um gerador não está em pleno funcionamento. “O objetivo é deixá-lo sempre em operação, o máximo de tempo possível. Cada desarme indevido de máquina se traduz na redução da

produção, em outras palavras, perda de faturamento. A geração assegurada de energia é também um dos requisitos observados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico”, afirma Claudio.

#### O sucesso do piloto

Foram escolhidos os três geradores da hidrelétrica de Fontes Nova para dar início ao projeto. “Modulamos as proteções e já conseguimos fazer as simulações com sucesso. O próximo passo é revisar os parâmetros para garantir que o sistema seja seletivo e coordenado. Vamos avançar com o *software* para modelar outras usinas da Light”, revela Savio.

O projeto de P&D contou com o trabalho de seis especialistas da Coppe-UFRJ, entre eles o professor Djalma Falcão, que enxerga outra relevante contribuição do *software* para o setor de energia: a capacitação de novos engenheiros. “O *software* é um simulador de problemas e permite ao profissional ver como o gerador reage em diversas situações. Poder experimentar tipos de problemas

diferentes pelo computador facilita o trabalho técnico”, informa o professor. Inédito no mercado, o *software* é um módulo de outro programa existente, também desenvolvido pela área de P&D da Light, para proteger as linhas de transmissão. “Para dar vida ao *software* adotamos a metodologia de desenvolvimento de sistemas dinâmicos, aberta para incrementos futuros e constantes de outros usuários. É possível vislumbrar o interesse do mercado no *software* que desenvolvemos”, finaliza Claudio.

**“O objetivo é deixar o gerador em operação, o máximo de tempo possível. Cada desarme indevido de máquina se traduz na redução da produção, em outras palavras, perda de faturamento”.**

**Claudio Coelho**  
Gerente de Engenharia da Light

# Revestimento Protetor para postes de madeira em fase final de validação

Projeto traz benefícios ambientais e socioeconômicos.



*A resina utilizada no protetor é fabricada a partir de garrafas PET.*

Por ser uma alternativa mais econômica, os postes de madeira ainda são muito utilizados no Brasil e no mundo, principalmente em áreas rurais e no interior de diversos estados. Diante dessa realidade, a equipe de P&D da Light, em parceria com a empresa Polinova, desenvolveu a manta polimérica, um revestimento que já está em fase final de validação.

Desde dezembro de 2015, 300 postes já foram protegidos, sendo 150 na região da Baixada Fluminense e 150 no Vale do Paraíba, no estado do Rio de Janeiro. Este lote pioneiro foi responsável pela criação de procedimentos de aplicação em campo, definição de produtividade estimada e custos médios operacionais. O produto também está disponível para ser comercializado no mercado pela empresa SSB Projetos Inovadores. “A aceitação do produto está sendo ótima. Recentemente foi realizada uma reunião na Rio Oil & Gas com um consultor interessado em apresentar o produto para algumas empresas do setor elétrico”, afirma Fabrício Nunes, gerente de Planejamento de Operação e Manutenção da Light e responsável pelo projeto.

O revestimento é constituído de resina e fibra de vidro e protege os postes de

madeira contra a ação de fogo, cupim e fungo, garantindo mais resistência e estabilidade a esse ativo e, principalmente, reduzindo as ocorrências que envolvem postes de madeira e interrupções no fornecimento de energia. “Além disso, há o benefício ambiental e socioeconômico, uma vez que a resina utilizada é fabricada a partir de garrafas PET e contém, além de aditivos antichama, soluções contra o cupim. Cada revestimento aplicado nos postes de madeira consome nove quilos de resina, o que equivale à retirada de 270 garrafas PET do meio ambiente”, complementou Fabrício.

#### Patente

Em 2014, o projeto obteve patente nos Estados Unidos, mas ainda aguarda patente no Brasil. “Temos pedidos de 2005 e 2007 que ainda não foram concedidos e não há uma previsão de prazo para que isto

aconteça. Enquanto não há a concessão, há apenas uma expectativa de direito sobre a invenção”, explica o gerente.

Os requerimentos de patentes nos EUA são finalizados num prazo muito menor do que no Brasil, de dois a três anos. E, por ser um grande mercado, são capazes de consumir massivamente o novo produto, o que viabiliza o esforço da pesquisa. “De forma específica, os EUA são os maiores consumidores de postes de madeira, com mais de 90% do parque instalado de postes feitos com esse material”, finaliza.

O projeto ainda incluiu mais dois produtos na patente, além da manta: a massa de preenchimento para fissuras e a tinta para proteção dos postes de madeira.



# Limpeza dos trocadores de calor de hidrogenadores

**Cabeça de série.** Terceira etapa do projeto de P&D visa automatizar processo de limpeza, sem parada técnica do gerador.



O projeto de P&D da Light, feito em parceria com os pesquisadores da PUC-Rio para concepção de um sistema inovador de limpeza de trocador de calor utilizado no arrefecimento do hidrogenador, iniciou sua terceira fase com o objetivo de produzir um Cabeça de Série (protótipo refinado). Validado em laboratório, o Sistema Injetor/ Recuperador de Esferas Abrasivas (SIREA) proposto para remover a bioincrustação que obstrui os trocadores de calor, e que tão drasticamente compromete a sua eficácia de refrigeração, será agora automatizado e testado no ambiente da Usina Fontes Nova, em Pirai.

## Divisor de águas

Hoje, o funcionamento do gerador de energia é interrompido pelo menos uma vez ao ano para a realização da limpeza do trocador de calor. As impurezas, trazidas com a água, se acumulam nas paredes do equipamento e obstruem, ao longo do tempo, o fluxo interno da água de refrigeração. O processo atual, além de ser manual, leva um dia inteiro para ser concluído na oficina. “A ideia de fazer essa limpeza sem interromper

o gerador se mostrou eficaz por meio das esferas abrasivas que circulam pelas passagens internas, removendo as impurezas do equipamento. Mas o processo ainda é feito de maneira manual. Estamos testando novas possibilidades de automatização, conta Gilson Valente, engenheiro da Light e gerente do projeto.

## A nova fase

“Nessa nova fase do projeto, o primeiro

passo é validar a eficácia do protótipo do equipamento no ambiente real da usina. Queremos adequar a abrasividade e a velocidade de circulação das esferas à realidade de Fontes Nova”, explica o professor Maurício Frota, pesquisador do Programa de pós-graduação em Metrologia para Qualidade e Inovação da PUC-Rio e coordenador do projeto.

Para validar o protótipo é preciso preparar o gerador para a instalação do equipamento. “Essa etapa depende da

parada da unidade geradora. A ideia é que consigamos realizá-la até o início do ano que vem”, complementa Gilson.

Nesse momento também serão calculados os períodos para automação do equipamento e do que é preciso para controlar a vazão de água e alterar a velocidade das esferas. Também está sendo construído um contador de esferas para saber quantas entram e saem do equipamento. Além disso, a equipe do projeto estuda a criação de um monitoramento inteligente do sistema que possa identificar, automaticamente, o momento mais adequado para lançar as esferas antes que se consolide a cristalização da incrustação (*biofouling*).

“Com esse novo sistema, a expectativa é que consigamos fazer, a cada quatro meses, a limpeza automática dos trocadores de calor do gerador, evitando com isso paradas para limpeza manual e possibilitando que o gerador opere com

temperaturas mais baixas”, comenta Gilson Valente.

## O sistema

O SIREA é um sistema inteligente de injeção e recuperação de esferas abrasivas. Pela monitoração de temperaturas e pressão nos trocadores de calor, ele identifica o momento mais adequado para acionar uma bomba que introduz esferas abrasivas no circuito da água de arrefecimento do trocador de calor, assim mitigando a incrustação antes que esta se cristalice. Um sistema interligado de câmaras de compensação e filtros permite a livre circulação das esferas e a sua recuperação evitando que estas se percam no canal de fuga das turbinas.

*“Nessa nova fase do projeto, o primeiro passo é validar a eficácia do protótipo do equipamento no ambiente real da Usina. Queremos adequar a abrasividade e a velocidade de circulação das esferas à realidade de Fontes Nova”.*

*Professor Maurício Frota,  
PUC-Rio*



Usina de Fonte Nova está sendo usada como laboratório da fase de testes em campo.



# Monitoramento de comutadores

**Monitorar comutadores para reduzir risco operacional e otimizar o direcionamento dos recursos. Como ninguém pensou nisso antes?** Pensaram sim. Existem métodos disponíveis no mercado, mas pouco utilizados por terem um alto custo de implementação. O que ninguém havia pensado antes era como viabilizar uma solução de monitoramento dos comutadores. Uma tecnologia confiável, de fácil instalação e com o custo atraente. A Light, junto com o Centro de Gestão de Tecnologia e Inovação – CGTI, criou um método que já está chamando a atenção de outras empresas por sua eficácia e alto retorno sobre o investimento.



O transformador é um equipamento caro e imprescindível para o fornecimento de energia. Dentro dele, existe o comutador, responsável por compensar as variações de tensão próprias do sistema elétrico.

Estudos revelam que os comutadores são responsáveis por grande parte das falhas em transformadores de potência, proporcionando consequências severas para o sistema elétrico e com elevado custo para normalização. A análise da condição operativa desses equipamentos é importante para atender às expectativas do mercado de energia, que busca melhoria contínua na qualidade do fornecimento e redução dos custos operacionais.

“O monitoramento online vai apontar defeitos e indicar necessidades de intervenção, permitindo ações prévias, com o objetivo de evitar perdas significativas para o negócio”, conta Adelfo Barnabé, especialista da CGTI, organização responsável pelo desenvolvimento da nova metodologia e do sistema de monitoramento junto à Light. “Atualmente, a cada cerca de 100 mil operações ou seis anos, os comutadores são submetidos à manutenção periódica, independentemente da condição de sua operação. O novo sistema permitirá priorizar as intervenções periódicas de ativos. Com o monitoramento online será possível também a identificação e o tratamento de defeitos preventivamente,

antes que evoluam para eventuais falhas”, explica Aurélio Barbosa, coordenador de Manutenção e Operação da Light, que também é gerente desse projeto inovador.

## Matematicamente pensado

Uma caixa de aproximadamente 1 kg, com 30 cm de largura, comprimento e profundidade, carrega com ela toda a inteligência desenvolvida pela equipe do projeto. Até chegar a esse produto final, foram cinco anos de estudo. “O sistema monitora a performance dos comutadores por meio da estimativa do desgaste dos contatos, do registro das correntes de transição e compara com um registro (“assinatura elétrica”) em condição normal de operação e emite alarmes para possíveis desvios. Monitora também a corrente do motor de acionamento e emite alarmes para valores que caracterizam anomalias no motor e outros componentes. Nosso maior desafio foi identificar os elementos monitoráveis que poderiam fazer a leitura dos defeitos”, conta Aurélio.

A inovação do projeto foi viabilizar economicamente um equipamento capaz de monitorar e emitir alertas para um sistema sempre que um comutador fugir da normalidade de operação. “Foram feitos testes de captação de sinal com equipamentos de taxas de aquisição distintos. Como esperávamos, o melhor funcionamento ficou com o que detecta 50 mil pontos por

segundo. No entanto, o valor dele inviabiliza o projeto, assim como acontece com os outros métodos existentes no mercado”, afirma Barnabé. “No projeto piloto em Volta Redonda, no Rio de Janeiro, fizemos cerca de 4.200 registros de ondas no equipamento de 50 mil pontos e passamos, por meio de fórmulas matemáticas, para a caixa que estamos desenvolvendo. A taxa de aquisição dela é de 10 mil pontos e funcionou perfeitamente. Assim conseguimos chegar a um valor de produção realmente interessante para a Light e para o mercado”, afirma Aurélio.

## Expectativa de mais resultados

Para completar a fase de testes, ainda em 2016, serão fabricadas três unidades do novo sistema para instalação em campo. “Estamos estudando um método de instalação do equipamento no transformador com a mínima interferência possível na transmissão de energia. Essa etapa também será fundamental para o sucesso da implantação da solução”, conta Barnabé.

O gerente de projeto, Aurélio, já imagina ter a solução instalada em cada transformador da Light, otimizando os processos de manutenção. “Alguns fabricantes também já nos procuraram com o interesse de embarcar o sistema de monitoramento que estamos desenvolvendo em novos transformadores, agregando mais valor ao equipamento”, finaliza.

## CONTEÚDO E ESTOCAGEM DE CARBONO, NITROGÊNIO E FÓSFORO NA ÁGUA DE SETE RESERVATÓRIOS DO SISTEMA LIGHT

**Palavras-chave:** reservatórios de UHE, estocagem, estequiometria.

### Resumo

*Este trabalho estimou os conteúdos de carbono, nitrogênio e fósforo na água de sete reservatórios das UHE da Light Energia, situados nas bacias hidrográficas do rio Paraíba do Sul e do rio Guandu. As amostras foram coletadas em três períodos de seca e três de chuva, entre julho/2011 e janeiro/2014 em diferentes pontos dos reservatórios. Foram determinadas as concentrações de nitrito, nitrato, amônio, fósforo total, carbono total, carbono inorgânico e carbono orgânico total. Os resultados demonstraram que os maiores estoques de carbono, nitrogênio e fósforo foram encontrados nos reservatórios de maior porte. O reservatório com o menor tempo de retenção é o que mais exporta por dia, para a jusante, carbono, nitrogênio e fósforo. O que possui vazão reduzida, alta carga de nutrientes e baixo tempo de retenção apresentou altos valores de carbono orgânico total. Os reservatórios em cascata apresentaram gradiente decrescente de exportação de carbono, nitrogênio e fósforo.*

### Introdução

Reservatórios de hidrelétricas (UHE) são importantes estocadores de carbono (C), nitrogênio (N) e fósforo (P) [1]. O estoque de carbono, os efeitos de mudanças climáticas no regime hidrológico de bacias hidrográficas e a otimização do uso de reservatórios de UHE são prioridade no setor elétrico. O efeito da hidrodinâmica, das variações climáticas e dos níveis de trofia sobre a estocagem de nutrientes é um dos desafios para entender a dinâmica das espécies químicas em reservatórios e sua influência na qualidade da água.

Este trabalho avaliou os conteúdos de C, N e P na água de sete reservatórios das UHE da Light Energia, situados em duas bacias hidrográficas importantes em termos econômicos e sociais: a do rio Paraíba do Sul e a do rio Guandu. Foram estimados os estoques de C, N e P, os efeitos dos processos hidrodinâmicos e das variações climáticas sobre a qualidade da água dos reservatórios.

*Informações sobre o Projeto de P&D: ‘Estocagem de Carbono, Nitrogênio e Fósforo nos Reservatórios da Light Energia S.A. e código ANEEL do projeto aprovado pela ANEEL’; ‘Light Energia S.A.’; ‘UNIRIO’; ‘ciclo*

### Autores

Christina Wyss Castelo Branco <sup>1</sup>  
Samira da Guia Mello Portugal <sup>1</sup>  
Maria Isabel de Almeida Rocha <sup>1</sup>

*no qual o projeto foi aprovado e executado’; ‘Investimento (R\$) aprovado para execução do projeto’.*

<sup>1</sup> ‘Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro’ (e-mail: cbranco.unirio@gmail.com).

### Desenvolvimento da Pesquisa

Foram estudados sete reservatórios das UHE do sistema Light Energia, com diferentes características hidrológicas. Os reservatórios de Santa Branca (SBR) e Ilha dos Pombos (IPO) se localizam no rio Paraíba do Sul. Os demais, Tocos (TOC), Ribeirão das Lajes (RLA), Santana (SAN), Vigário (VIG) e Ponte Coberta (PCO) formam um complexo integrado de reservatórios, que participam da malha geradora hidrelétrica e participam do sistema de abastecimento de água do município do Rio de Janeiro.

As amostragens ocorreram em três períodos de seca e três de chuva, entre julho/2011 e janeiro/2014. Os pontos amostrais consideraram os tamanhos dos reservatórios com o objetivo de avaliar as diferenças em gradientes horizontais de montante à jusante. Os íons nitrito, nitrato, amônio e ortofosfato foram determinados por cromatografia iônica. Fósforo total foi analisado de acordo com APHA [2]. As espécies de carbono foram analisadas no analisador de carbono pelo método de combustão.



## Resultados e discussão

As concentrações de carbono total (CT) nas águas dos reservatórios apresentaram valores entre 3,6 e 10,6mg.L<sup>-1</sup> e variaram longitudinalmente. As maiores médias foram observadas em SAN e IPO e as menores em RLA e SBR (Figuras 1 e 2).

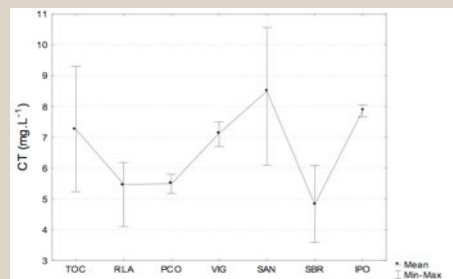


Figura 1: Concentrações de carbono total (CT) na água dos reservatórios das UHE Light.

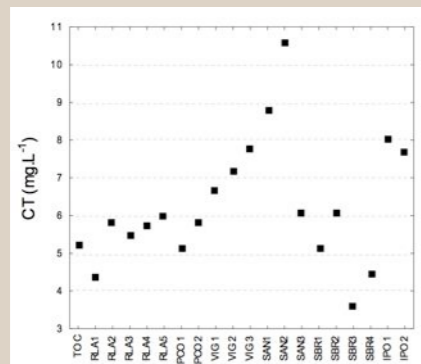


Figura 2: Concentrações de carbono total (CT) na água dos reservatórios das UHE Light em diferentes pontos.

A concentração de carbono inorgânico (CI) nos reservatórios também apresentou variação longitudinal (Figura 3). Os maiores valores foram observados em IPO e em SBR1 e SBR2, evidenciando a influência do rio Paraíba do Sul e do tributário Capivari no aporte de CI, o menor valor foi determinado em TOC.

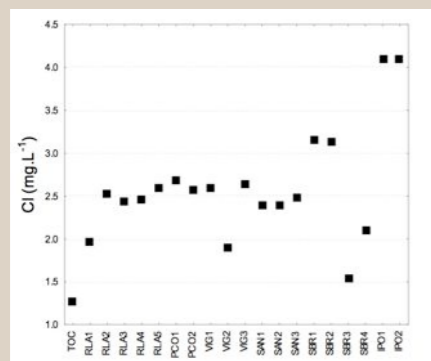


Figura 3: Concentrações de carbono inorgânico (CI) na água dos reservatórios das UHE Light em diferentes pontos.

A concentração de carbono orgânico total (COT) na água apresentou maior variação longitudinal do que CI (Figura 4). Em RLA, CT e COT foram maiores nos pontos sob influência das drenagens de Ponte Bela (RLA2) e da piscicultura (RLA5). Em PCO, VIG e SBR, os valores de COT foram maiores a jusante, evidenciando um gradiente crescente da entrada para a saída destes reservatórios. Em SAN, a COT foi mais elevada, consequência das macrófitas presentes que produzem carbono orgânico por excreção e pela sua decomposição [3].

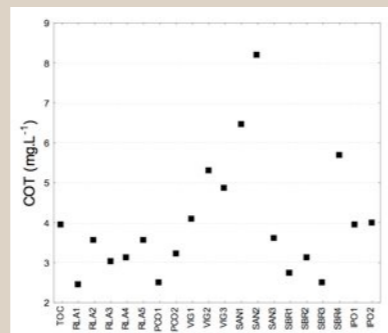


Figura 4: Concentrações de carbono orgânico total (COT) na água dos reservatórios das UHE Light em diferentes pontos.

A concentração de nitrogênio inorgânico total dissolvido (NID) diferenciou dois grupos de reservatórios: um com valores inferiores a 2mg.L<sup>-1</sup>: TOC, RLA e SBR e outro com valores elevados, com médias entre 2 e 7mg.L<sup>-1</sup>: SAN, VIG, PCO e IPO. Estes últimos apresentaram NID elevadas, decorrente dos altos valores de nitrato registrados, concordando com os dados reportados de outros sistemas associados ao rio Paraíba do Sul.

Quanto a sazonalidade, TOC, RLA e IPO apresentaram maiores NID nas épocas chuvosas, evidenciando a influência das chuvas sobre o carreamento de nitrogênio da bacia de drenagem para o corpo d'água. Os reservatórios de PCO, VIG, SAN e SBR apresentaram maiores NID nas épocas secas (Figura 5). A variação longitudinal da NID em RLA e IPO apresentou decréscimo da montante para a jusante, nos outros reservatórios ocorreu discreto aumento neste sentido (Figura 6). Em RLA5, os maiores valores de NID podem ser decorrentes da piscicultura.

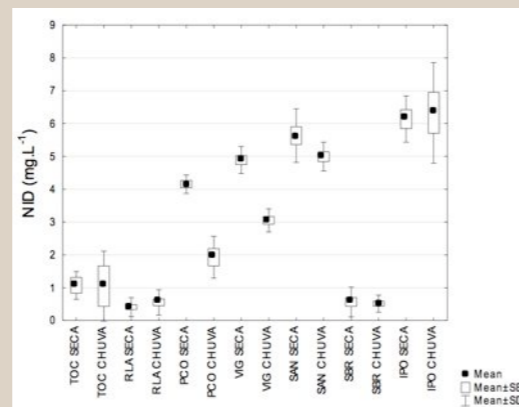


Figura 5: Concentrações de nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) na água dos reservatórios das UHE Light nos períodos de seca e de chuva.

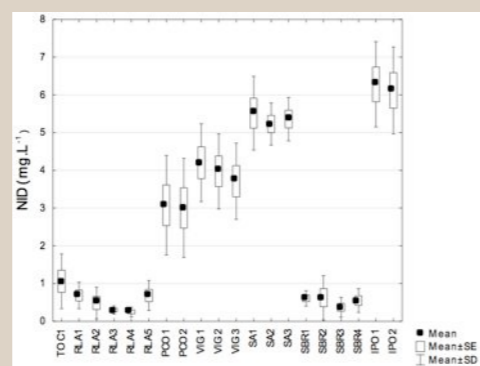


Figura 6: Concentrações de nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) na água dos reservatórios das UHE Light em diferentes pontos.

A concentração de fósforo total (PT) sofreu influência da sazonalidade em todos os reservatórios (Figura 7). TOC, RLA e SBR apresentaram maiores valores de PT no período de seca enquanto que nos demais as chuvas influenciaram o aumento do conteúdo de fósforo, principalmente em IPO, que apresentou maior vazão com o aumento da pluviosidade. Os valores de PT, assim como NID foram mais elevados nos reservatórios sob influência direta do rio Paraíba do Sul.

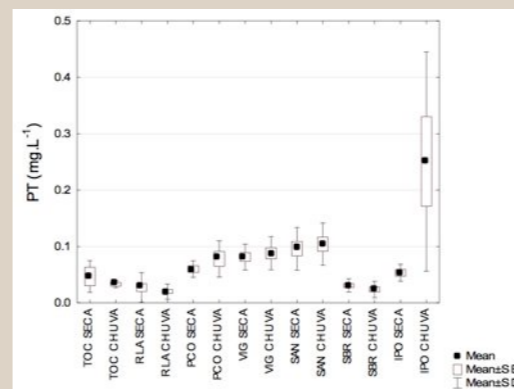


Figura 7: Concentração de fósforo total (PT) na água dos reservatórios das UHE Light no período de seca e chuva.

Excetuando-se IPO, todos os outros reservatórios apresentaram decréscimo nos valores de PT de montante para jusante (Figura 8), ressaltando a importância dos reservatórios como estocadores de fósforo aportado de suas bacias de drenagens. Em RLA5 (piscicultura), os valores de PT ultrapassaram os registrados sob a influência do Túnel de TOC (RLA1). Maiores valores de PT em SBR1, indicaram que a entrada do rio Paraíba do Sul é importante fonte de fósforo para este sistema.

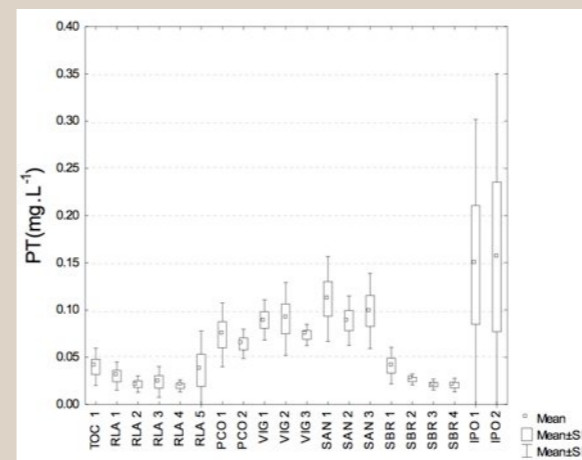


Figura 8: Concentração de fósforo total (PT) na água dos reservatórios das UHE Light em diferentes pontos.

A partir do volume médio de cada reservatório e das concentrações dos nutrientes obtidas nas seis amostragens, foram estimados os estoques totais de C, N e P (Tabela I). Para tal, a coluna d'água foi considerada homogênea em todos os reservatórios. Os maiores estoques de carbono, nitrogênio e fósforo foram encontrados na coluna d'água nos reservatórios de maior porte, RLA e SBR.

Tabela I: Estoque estimado (em kg) de carbono total (CT), nitrogênio inorgânico total (NT) e fósforo total (PT) na coluna d'água dos sete reservatórios.

	TOC	RLA	PCO	VIG	SAN	SBR	IPO
CT	5.2E3	2.5E6	2.2E4	8.3E4	5.2E4	1.5E6	5.3E4
NT	1.1E3	2.6E5	1.7E4	5.9E4	3.6E3	1.8E5	4.4E4
PT	40	1.2E3	2.8E2	9.9E2	6.1E2	8.4E3	1.0E3

Para determinar a dinâmica do C, do N e do P, além da estimativa de quanto cada reservatório contém de cada elemento, é necessário avaliar quanto cada corpo d'água exporta para jusante. Através da estimativa da quantidade em kg/dia de C, N e P, pode-se verificar que os reservatórios de RLA e de SBR, apesar de apresentarem os maiores estoques são os que menos exportam estas espécies para a água de jusante (Tabela II). O reservatório por onde passa a maior carga de C, N e P por dia é IPO.

O baixo tempo de retenção (<0,2dia) deste reservatório aliado à vazão elevada dificulta a estocagem de C, N e P. Em SAN, a alta carga de nutrientes, a vazão reduzida, o baixo tempo de retenção (≈ 1 dia) e a morfometria, permitem a proliferação de plantas aquáticas. Em consequência, SAN apresenta os maiores valores de COT. No sistema em cascata, o reservatório de VIG que está a jusante de SAN e o de PCO, que está após, apresentaram um gradiente decrescente de exportação de C, N e P.

Tabela II: Valores médios estimados dos conteúdos de carbono total (CT), nitrogênio inorgânico total (NT) e fósforo total (PT) que passaram em média por dia (em kg/dia) nos reservatórios das UHE Light no período estudado.

	TOC	RLA	PCO	VIG	SAN	SBR	IPO
CT	8,62E3	5,67E3	7,16E4	9,05E4	1,22E5	3,34E4	3,9705
NT	1,75E3	6,06E2	5,39E4	6,42E4	8,57E4	4,08E3	3,2605
PT	6,60E1	2,70E1	9,00E2	1,07E3	1,44E3	1,90E2	7,6803

## Conclusões

Reservatórios UHE inseridos em bacias de drenagens complexas sofrem influências antrópicas em termos de C, N e P. O aporte excessivo de C, N e P, a possibilidade de estocagem dependendo das características hidrológicas e de morfometria, a influência das chuvas ou da seca e ainda a existência de plantas aquáticas contribuem para complexidade da dinâmica das espécies químicas nestes sistemas. Alguns dos reservatórios estudados, como RLA, SBR e SAN, podem ser considerados como filtros de suas respectivas bacias de drenagem, contribuindo para a redução de N e P da montante para a jusante do corpo d'água.

## Agradecimentos

A Light Energia S.A., UNIRIO e CAPES.

## Referências Bibliográficas

- [1] Mendonça, R.; Kosten, S.; Sobek, S.; Barros, N.; Cole, J. J.; Trambik, L. J.; Roland, F. "Hydroelectric carbon sequestration" *Nature Geosci-ence*, 5(12), pp 838-840, 2012.
- [2] APHA, American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Water Works Association, Washington, 2005
- [3] Hecky, R. E.; Campbell, P.; and Hendzel L. L. "The stoichiometry of carbon, nitrogen, and phosphorus in particulate matter of lakes and oceans" *Limnol Oceanogr.*, 38(4), pp 709-724, 1993.



# IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS E DERIVAÇÕES EM CABOS SUBTERRÂNEOS DE DISTRIBUIÇÃO EM BT ENERGIZADO

## Autores

C.A. Pimenta<sup>1</sup>,  
C. J. R. d'Ávila<sup>2</sup>,  
L. P. Moraes<sup>2</sup>,  
F. M. L. Pinheiro<sup>2</sup>  
C. C. S. Porto<sup>2</sup>

Projeto 0382-0004/2008

**Palavras-chave:** distribuição elétrica, falhas, perdas comerciais, instrumentação, rede subterrânea.

## Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um equipamento para a identificação de falhas e derivações em cabos subterrâneos energizados de distribuição elétrica em baixa tensão. O escopo do trabalho está delimitado à utilização em cabos subterrâneos de BT, energizados ou não. Os testes são realizados com o equipamento em um ambiente de campo e os resultados são discutidos.

## Introdução

A prática de desvio de energia em ramais de entrada ao cliente é recorrente em linhas aéreas e subterrâneas. A dificuldade de encontrar o ponto do desvio dentro de um ramal de entrada subterrâneo até o medidor tem frustrado muitas ações de combate ao furto de energia. O alto custo de escavação e os reparos em alvenaria e calçadas são limitadores do êxito na extinção dessa prática.

O presente trabalho trata do projeto de um equipamento destinado ao combate de perdas comerciais por furto de energia permitindo a localização precisa do ponto, entre o ramal de entrada e o medidor. A identificação é feita de forma não-invasiva, externa aos limites da propriedade e sem a necessidade de desligar o cliente.

Equipamentos para detecção de falhas, interrupções ou derivações nas linhas de distribuição já são conhecidos das equipes de campo das concessionárias. Tais equipamentos utilizam a reflectometria no domínio do tempo (TDR) para transmissão/detecção do pulso.

O equipamento desenvolvido utiliza uma técnica de reflectometria no domínio da frequência (FDR) que permite superar, com vantagens, os obstáculos presentes na técnica convencional (TDR).

A técnica de TDR, embora tenha precisão, apresenta como limitações a amplitude baixa de reflexão, em situações onde o descasamento de impedância é pequeno, e dificuldade de utilização em linha viva, ou seja, quando estão presentes outros sinais ou há superposição.

Outras técnicas, no domínio da frequência, apresentam bons resultados e superam as principais limitações da análise convencional no domínio do tempo [1,2,5].

O equipamento desenvolvido nesse projeto utilizou a técnica PD-FDR (Phase Detection - Frequency Domain Reflectometry) [3,4] que possui menor complexidade construtiva e menor custo de implementação, além de apresentar resultados equivalentes a outras técnicas de FDR [5].

<sup>1</sup> C.A. Pimenta trabalha na LIGHT SESA, na Gerência de Redes Subterrâneas - DSS - [christine.pimenta@light.com.br](mailto:christine.pimenta@light.com.br)

<sup>2</sup> C. J. R. d'Ávila, L. P. Moraes, F. M. L. Pinheiro e C. C. S. Porto trabalham no Departamento de Engenharia Eletrônica e de Computação da POLI-UFRJ - [case@del.ufrj.br](mailto:case@del.ufrj.br); [lpmoraess@gmail.com](mailto:lpmoraess@gmail.com); [fili-pe.maia@poli.ufrj.br](mailto:fili-pe.maia@poli.ufrj.br); [caioesporto@gmail.com](mailto:caioesporto@gmail.com)

## Hardware

O hardware do equipamento é composto por dois blocos principais. O primeiro é representado por um front-end analógico, onde estão os circuitos de geração, transmissão, recepção e demodulação do sinal de investigação aplicado na linha. O segundo é representado pela placa de aquisição A/D e pela placa de processamento e apresentação dos resultados na tela do equipamento.

### A. Front-end analógico

O diagrama de blocos mostrado na figura 1, descreve de forma resumida os circuitos utilizados para a implementação da técnica PD-FDR no equipamento.

A base de tempo é formada por um oscilador e circuitos divisores de frequência para gerar o *burst* a ser aplicado na linha.

A aplicação do sinal na linha é realizada através de um acoplador híbrido que permite a ligação, no mesmo ponto, em paralelo, da saída do amplificador de potência do transmissor e da entrada do amplificador diferencial do circuito receptor.

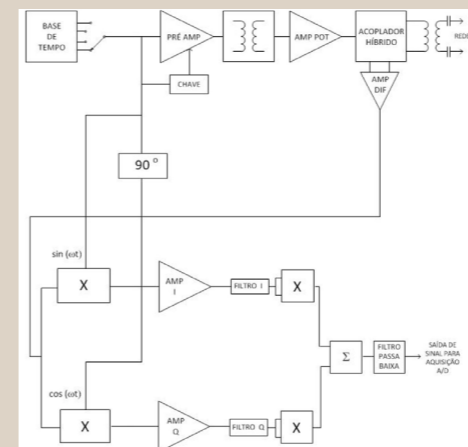


Figura 1 – Diagrama de blocos simplificado do front-end analógico.

O uso de capacitores em série para a aplicação do sinal na linha permite o acoplamento com baixa impedância nas frequências de operação, ao mesmo tempo em que representa uma alta impedância para a frequência da rede, 60 Hz, isolando o circuito.

Para a identificação do *burst* senoidal retornado após uma reflexão é utilizado um circuito demodulador do tipo quadratura de fase.

### B. Módulo de processamento

A alternativa escolhida foi uma placa com CPU Intel e sistema operacional Windows, porque reunia os requisitos de baixo custo, capacidade computacional e facilidade no interfaceamento. A placa para a aquisição de sinais escolhida possui taxa de amostragem de 1 GS/s e 8 bit de resolução.

A figura 2 apresenta o diagrama e os blocos do hardware de processamento do equipamento.

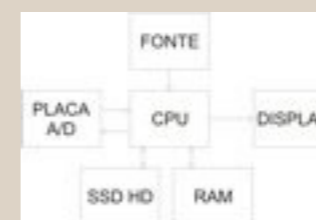


Figura 2 – Hardware de processamento.

## Software

O *software* foi desenvolvido com recursos gráficos para apresentação de dois canais, ajuste horizontal dos cursores para medição de distância relativa com precisão de centímetros, ajuste vertical dos traços para comparação das respostas relativas dos canais e escolha das faixas de operação.

A figura 3 apresenta uma foto com a tela da interface gráfica e os comandos de cursor, escolha da faixa de operação e canal de leitura, localizados no painel do equipamento.



Figura 3 – Foto da tela com a exibição dos dois canais de aquisição e a tampa frontal do equipamento, com os cursores e faixas de operação.

Os programas foram desenvolvidos em uma plataforma Windows Server 2012, utilizando o Microsoft Visual Studio, na linguagem C#, com Framework .Net 4.5.

Um cursor para o ajuste vertical permite que as formas de onda dos canais A e B possam ser comparadas, por sobreposição, para auxiliar na identificação de alguma singularidade presente em apenas uma das fases.

## Medidas e Calibração em Laboratório

A. Velocidade de Propagação, Atenuação e Impedância Característica

Para a calibração do equipamento foram testados quatro tipos de cabos com características de propagação e impedância distintas.

A caracterização dos cabos permitiu que a atenuação, a impedância característica e a velocidade de propagação fossem determinadas para a validação do cálculo das reflexões e distâncias na linha.

Foram escolhidos cabos do tipo PP 6mm, com três vias, de quatro fabricantes diferentes, com um comprimento padrão de 25 metros.

A tabela I resume os ensaios de  $Z_0$  e  $V_p$ .

Observa-se que a impedância característica,  $Z_0$ , apresenta pouca variação entre os cabos testados, situando-se na faixa de 68 a 73 ohms.

A velocidade de propagação,  $V_p$ , medida para cada cabo, apresentou uma variação maior, situando-se entre 0,53 e 0,62. Essa variação demonstra a necessidade de uma rotina de calibração, em campo, antes de se iniciar uma medida com o equipamento.

Tabela I. Resultados dos Ensaio de  $Z_0$  e  $V_p$

Tipo	$Z_0$ (ohms)	$V_p$
Silnax	68	0,53
Prysmian	71	0,62
Inbrac	74	0,57
Nambeí	73	0,58

A tabela II apresenta o resultado dos fatores de atenuação medidos para cada cabo terminado com a sua impedância característica,  $Z_0$ .

Tabela II. Resultados dos Ensaio de Atenuação

Tipo	Fator de atenuação (dB/m)			
	6 MHz	12 MHz	24 MHz	48 MHz
Silnax	-0,06	-0,11	-0,19	-0,40
Prysmian	-0,08	-0,17	-0,12	-0,23
Inbrac	-0,07	-0,16	-0,22	-0,40
Nambeí	-0,07	-0,11	-0,14	-0,38

### B. Influência da geometria do cabo

Outro aspecto importante a ser destacado é a influência da geometria na variação da impedância do cabo. Ou seja, não há variações significativas de impedância em um cabo com uma geometria bem definida e homogênea. Por outro lado, um cabo sem uma separação homogênea entre os condutores apresenta pontos de grande variação de impedância e inúmeras reflexões.

## Testes de Campo e Resultados

Os testes campo do protótipo foram realizados em uma linha de distribuição de baixa tensão, na área do Polo Náutico da



UFRJ, dentro da Cidade Universitária, na região da Ilha do Governador, RJ.

Foi construída uma linha de distribuição, a partir de um transformador de BT, com o comprimento total de 92 metros. Ao longo da linha foram instaladas cinco caixas de inspeção do tipo passagem elétrica de piso.

A linha foi adaptada para permitir simulações de falhas e derivações, de modo a validar as medidas do equipamento em um ambiente controlado, onde são conhecidas as distâncias, tipos de cabo e as fases da distribuição.

Foi construída a primeira caixa no ponto de 0 m para ser utilizada como ponto de conexão do equipamento e foram construídas mais quatro caixas, localizadas a 25 m, 50 m, 75 m e 92 m, para os testes de curto e derivações.

Para os testes foi utilizado um cabo isolado com quatro condutores do tipo PP 4 x 6mm<sup>2</sup> 750V NBR13249.



A figura 4 mostra uma vista geral do ambiente de campo.

As caixas foram localizadas nas distâncias mostradas na Tabela III.

Caixa	Distância (m)	Teste
1	0	Conexão do equipamento
2	25	Derivação ou curto
3	50	Derivação ou curto
4	75	Derivação ou curto
5	92	Final do cabo (aberto ou curto)

Por requisitos de síntese e atendimento ao formato desse trabalho serão apresentados apenas os resultados obtidos com a caixa instalada a 25 metros.

#### A. Derivação a 25 metros

Com a linha desenergizada, foi utilizado um comprimento de cabo de 10 metros, conectado na caixa distante 25 metros do início da linha, para simular uma derivação.

Foi verificado o aparecimento de uma reflexão na resposta da fase correspondente. Foi possível observar que não há efeito significativo na outra fase.

Em seguida, a linha foi energizada e a mesma leitura com os cursores foi repetida para validar o uso, também, nessa situação.

A figura 5 apresenta a tela com o resultado das medidas.

A distância medida entre o início da linha até a derivação de 25 metros foi de 24,83 m, já descontado o comprimento das conexões entre o equipamento e a linha. A derivação aparece na forma de uma reflexão bem pronunciada no canal A, traço superior, em comparação com o sinal do outro condutor, no canal B, traço inferior. Algumas reflexões secundárias, de menor

amplitude, são observadas no condutor do canal B, mas sem interferência no resultado da medida.

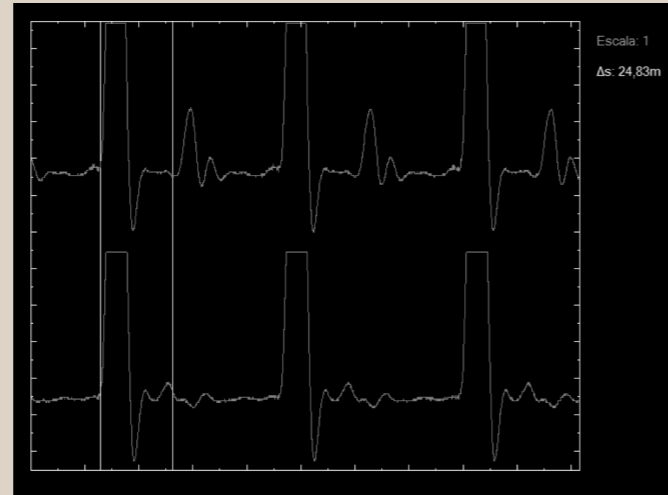


Figura 5 – Identificação da derivação a 25 metros com linha energizada

O erro na medida foi de 0,7% e, do ponto de vista prático, esse é um resultado aceitável para equipes de localização de falhas em campo.

#### Conclusões

O trabalho atingiu o objetivo de propor uma técnica de reflectometria no domínio da frequência que possibilitasse a identificação de falhas e derivações, com precisão, em cabos subterrâneos de distribuição elétrica de baixa tensão, energizados, consolidando a expectativa de uma maior assertividade nas ações de combate às perdas comerciais.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem a Decania do Centro de Tecnologia e a Coordenação do Polo Náutico da Universidade Federal do Rio de Janeiro pela disponibilização da área para a implantação do ambiente de testes de campo do protótipo.

#### Referências Bibliográficas

- [1] S. B. Basava, "Detection and location of cable faults using reflectometry methods", MS Thesis, Utah State University, 2004.
- [2] P. K. Pendayala, "Development of algorithms for accurate wire fault location using spread spectrum reflectometry", MS Thesis, University of Utah, 2004.
- [3] Y. Chung, C. Furse, J. Pruitt, "Application of phase detection frequency domain reflectometry for locating faults in a F-18 flight control harness", in IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility, 2005, 47(2), pp 327-334.
- [4] C. Furse, Y. Chung, R. Dangol, M. Nielsen, G. Mabey, R. Woodward, "Frequency domain reflectometry for on board testing of aging aircraft wiring", in IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility, May, 2003, pp 306-315.
- [5] C. Furse, Y. Chung, C. Lo, P. Pendayala, "A Critical Comparison of Reflectometry Methods for Location of Wiring Faults", Smart Structures and Systems 2(1), pp. 25-46, 2006.

# Inovação aberta com um lugar para chamar de "seu"

Rio de Janeiro terá torre de inovação onde empresas poderão se encontrar.



A existência de um ecossistema voltado à inovação aberta elimina uma importante barreira. Ele permite que grandes empresas possam promover a colaboração e o trabalho em equipe em um ambiente que fomenta soluções inovadoras. O Rio de Janeiro ganhará um espaço de inovação aberta, onde agências de fomento, universidades, grandes empresas, startups e fundos de investimento de todo o Brasil poderão se encontrar. Júlio Hermes, Fundador da VÂRDE & Venture Partner da São Conrado CP, fala sobre os benefícios de participar de um grupo que respira inovação. Júlio possui mais de 10 anos de experiência no setor de Utilities, é consultor de eficiência e inovação corporativa e desenvolve soluções que garantirão a entrada do setor elétrico nesse ecossistema.

Qual o maior benefício para as empresas que utilizam um sistema de inovação aberta?

Elas promoverão a colaboração e

o trabalho em equipe, conseguindo incorporar esforços de iniciativas internas de inovação e combinando-as com várias entradas oriundas do ambiente externo. Para apoiá-las nas fases da cadeia de inovação, elas podem contar com o apoio de uma consultoria de inovação corporativa.

#### Como se dá a inovação aberta?

Um projeto característico deve permitir que agentes de fora da organização se envolvam nos processos da empresa. Eles devem aplicar soluções de engajamento de consumidores, novos produtos e serviços em eficiência operacional, como também em vertentes conhecidas do setor elétrico, por exemplo: reduções de emissão de gases de efeito estufa, fontes renováveis de energia, eficiência energética, redes inteligentes, segurança de ativos, entre outros temas.

#### Quais são as vantagens?

São as oportunidades criadas para utilização de inteligência e conhecimentos coletivos entre parceiros, clientes e fornecedores. Esse conhecimento pode ajudar a resolver problemas, criar conteúdo e soluções, ou

desenvolver novas tecnologias dentro de um ecossistema integrado de agentes multidisciplinares de inovação.

#### O que os interessados devem fazer para participar do projeto?

Os agentes multidisciplinares de inovação interessados em investir em um projeto de inovação aberta, especialmente as startups, devem procurar os desafios propostos pelas corporações no local que elas executam o seu programa de inovação aberta, como uma torre de inovação, que em breve lançaremos na cidade do Rio de Janeiro.

#### O que as empresas poderão encontrar nessa torre de inovação?

Essas empresas passarão a ter um espaço comum para rodar os seus programas de inovação, servindo também como um local para capacitar seus colaboradores na cultura de inovação e pensar sobre seus projetos em um lugar com uma atmosfera propícia à criatividade.

A Torre de Inovação está sendo construída no Centro do Rio de Janeiro.



# FURTO DE ENERGIA É CRIME

DÁ CADEIA E AUMENTA EM 17%  
A CONTA DE QUEM NÃO FURTA.

DENUNCIE ESTA PRÁTICA ILEGAL PELO SITE

[WWW.LIGHT.COM.BR](http://WWW.LIGHT.COM.BR) OU NAS REDES SOCIAIS:

[TWITTER.COM/LIGHTCLIENTES](https://twitter.com/LIGHTCLIENTES)

E [FACEBOOK.COM/LIGHTCLIENTES](https://facebook.com/LIGHTCLIENTES).

