



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

ESW BRASIL 2011 - 

→ São Paulo - 08, 09 e 10 de novembro de 2011



RISCOS DE EXPLOSÃO NAS REDES SUBTERRÂNEAS

Estellito Rangel Junior	Abracopel	em@arandanet.com.br
-------------------------	-----------	---------------------

1) Introdução

A notícia que mais tem despertado a preocupação dos cariocas diz respeito às explosões em “bueiros”, como são popularmente conhecidas as câmaras transformadoras (CT) e caixas de inspeção (CI), da concessionária de energia elétrica Light.

Dentre as conseqüências temos: tampas de ferro fundido com cerca de quatrocentos quilos sendo lançadas até quatro metros de altura, emissão de fumaça, interrupções de serviço afetando vários consumidores, interdição de vias e queimaduras graves em pedestres. Com relação a esta última, a cidade acompanhou apreensivamente os 68 dias de internação da turista americana Sarah Lowry que teve 80 % do corpo queimado após uma explosão de bueiro ocorrida em junho de 2010 quando atravessava uma rua em Copacabana, na faixa de pedestres! Seu marido, James McLaughlin, estava ao seu lado, teve 35 % do corpo queimado e saiu do hospital após ter ficado 30 dias internado [1].

Cabe ressaltar que terem recebido “alta” não significa que eles tenham voltado a desempenhar seus afazeres com a mesma destreza que exibiam antes do evento, sem quaisquer cicatrizes; apenas indica que o tratamento, que poderá demorar vários meses e incluir fisioterapia, curativos, cirurgias plásticas e acompanhamento psicológico, terá continuidade fora do hospital.

O que vem sendo feito para sanar o problema? Este trabalho cita alguns eventos, comenta medidas adotadas até o momento e informa sobre soluções encontradas em outros países.

2) Histórico

Estas explosões não são novidade no Rio de Janeiro [2]. No ano 2000 foram registradas cerca de quinze explosões em bueiros, de modo que pelo menos desde aquela data já deveríamos ter sido apresentados a um plano de ação para resolver o problema. O tempo foi passando, outras explosões foram registradas em vários bairros, até testemunharmos novo ciclo de explosões, quase vinte, em 2010.

Podemos dizer que várias categorias profissionais estão expostas a estes riscos.

- Eletricitários - Em Nova York, 09/10/08, um empregado da concessionária morreu após ter ingressado em um bueiro para efetuar serviços de reparos [3]. Foi notado um zumbido, a emissão de fumaça preta e logo a seguir veio a explosão que o matou dentro do bueiro.

- Policiais - Em 13/09/08 dois policiais se aproximaram de um bueiro que explodira na Rua Raul Pompéia, em Copacabana, e uma segunda explosão ocorreu, arremessando um deles contra a grade de um prédio. [4]

- Bombeiros - Em 26/02/10 na Rua Domingos Ferreira, em Copacabana, ao abrirem um bueiro, o localizado no lado oposto da rua explodiu.

3) Extensão da rede

De documentos divulgados pela Light obtivemos os seguintes dados da rede, onde notamos haver diferenças nos quantitativos. Além disto, matéria divulgada na mídia informou que a Light desconhecia



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

ESW BRASIL 2011 - 

→ São Paulo - 08, 09 e 10 de novembro de 2011



a localização de cerca de 500 “bueiros”, e desta forma, inspeções programadas não puderam ser executadas. [5]

Tabela 1: Dados da rede subterrânea do Rio de Janeiro

Item / Fonte de referência	[6]	[7]	[8]
Câmaras transformadoras	2.800	3.891	
Transformadores	10.200	10.750	
Caixas de inspeção	16.000	11.500	
Chaves a óleo		4.007	
Protetores de rede			2.560

4) A dinâmica da explosão

Podemos dizer de forma simplificada que para termos uma explosão, necessitamos da presença simultânea de dois fatores: uma atmosfera com características de explosividade e uma fonte de ignição com a energia necessária. Uma atmosfera adquire características explosivas quando apresenta uma determinada concentração mínima de gases inflamáveis ou pós combustíveis em suspensão. No caso, cada gás inflamável ou pó combustível possui sua concentração mínima característica, chamada de LIE – limite inferior de explosividade [9]. No caso das redes subterrâneas, não é provável haver presença de pós combustíveis, de modo que o principal cenário é a concentração de gases inflamáveis.

Porém, o gás da concessionária pode não ser a principal fonte de emissão: estudos americanos apontam que o isolamento dos cabos elétricos ao ser deteriorado por temperaturas acima das recomendadas pelos fabricantes, libera gases inflamáveis que podem ficar acumulados nos dutos e caixas. Desta forma, o curto-circuito resultante seria a fonte de ignição capaz de promover a explosão.

O evento de explosão na rede de distribuição subterrânea pode ser ilustrado utilizando-se a topologia típica ilustrada na Figura 1, onde uma falta ocorrida nos dutos promoveria a ignição dos gases acumulados e a partir da primeira explosão, uma série de explosões avançaria até encontrar a caixa mais próxima. Devido à pré-compressão, a energia liberada nesta explosão na caixa seria maior que a inicial ocorrida no duto, resultando no arremesso da tampa.

Dependendo da geometria da rede e volumes de gases envolvidos, outras caixas poderão sofrer também os efeitos da propagação das explosões, vindo a ocorrer outras tampas lançadas ao espaço.

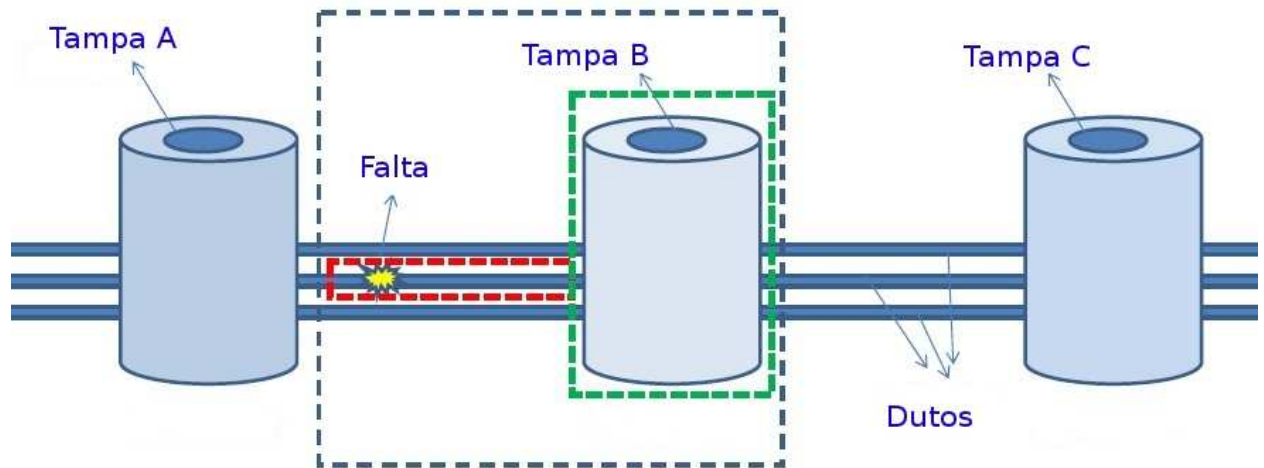


Figura 1: Ilustração da ocorrência de eventos na rede subterrânea

5) Medidas adotadas

a) Pela Light:

No dia 20 de setembro de 2010 foi noticiado pelo jornal O Estado de São Paulo [10] que a Light efetuará até dezembro daquele ano obras na capital, no Sul Fluminense e na Baixada Fluminense. O total de investimentos em distribuição para 2010 somavam R\$ 525 milhões. Na capital, as obras seriam feitas principalmente nas zonas Oeste e Norte. A Light também faria obras estruturais em Copacabana e Leblon, cujos investimentos somavam R\$ 4 milhões, incluindo a instalação de nove quilômetros de cabos de média tensão, nove circuitos alimentadores e a substituição de oito transformadores.

Este planejamento aponta que o maior volume de investimentos foi feito em áreas sem registros de explosões, na rede aérea. Além disso, as obras previstas para a Zona Sul da cidade não estavam voltadas para resolver o problema das explosões e corresponderam a apenas 0,76% do montante.

Em 22/07/11 a Light anunciou antecipação de investimentos, de modo que em 2012 e 2013 serão investidos R\$ 320 milhões na rede. Em 2012 foram previstos cerca de R\$ 160 milhões, o que representa 81% a mais do que em 2011.

Os principais objetivos desses investimentos, conforme divulgado pela Light [6], são: o aumento da confiabilidade e da segurança operacional do sistema subterrâneo, direcionamento de ações preventivas quanto a riscos de falhas de equipamentos e melhoria da qualidade do fornecimento. Os recursos durante o biênio 2012-2013 contemplam mais de 60 mil inspeções em caixas subterrâneas, manutenção em mais de seis mil equipamentos e a substituição de outros cinco mil, tais como transformadores e chaves a óleo, que serão trocadas por chaves que permitem comando à distância e protetores de rede. Haverá ainda a reposição de 800 km de cabos subterrâneos de média e de baixa tensão. Como podemos ver, dentre os principais objetivos não encontramos “solucionar os eventos de explosões em bueiros”.

Foi anunciada a instalação de sensores nas câmaras transformadoras. Até o final de 2011, está previsto serem instalados sensores em 1.170 destas estruturas. O objetivo neste caso é informar aos



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

ESW BRASIL 2011 - 

→ São Paulo - 08, 09 e 10 de novembro de 2011



técnicos da concessionária, em tempo real, incidentes relativos à detecção de gases, presença de água, e entrada de pessoas não-autorizadas.

São melhorias interessantes, porém o presidente da Light ressaltou que os investimentos *não garantem o afastamento do risco de novos incidentes* (explosões, fumaça e fogo em bueiros). Segundo ele, isso dependeria também “*de investimentos de outras concessionárias, como CEG e Cedae*” [11].

A instalação de sensores trará maior segurança na rede, porém novas explosões não serão impedidas caso medidas complementares e relacionadas com as causas reais, não forem implantadas. Por exemplo, não basta instalar sensores de gás: é necessário que logo após a detecção, uma ação imediata seja implementada, visando eliminar possíveis fontes de ignição. Ou seja, se apenas houver o alarme na Central de Monitoração e for aguardado que uma equipe seja designada para se deslocar ao local, pode se passar um tempo excessivo. Também deve ser ressaltado que a localização dos sensores e a confiabilidade dos mesmos naquele ambiente será uma questão crítica.

A Light também anunciou um aumento no número de inspeções na rede, de 9.000 por ano para 16.000 por ano, mas se os itens contemplados nestas inspeções não estarem vinculados à eliminação das causas de explosões, não contribuirão decisivamente para o fim das mesmas. [12]

Outra medida divulgada pela Light foi a abertura de furos nas tampas das caixas de inspeção, visando “*garantir a liberação de gás acumulado dentro das caixas subterrâneas*” [13], porém este procedimento tem eficiência discutível, pois além da geometria da rede poder permitir ao acúmulo de gases nos dutos, a definição da quantidade (quatro por tampa) e das dimensões dos furos realizados não promoverá dissipação eficaz se a taxa de emissão de gases não for previamente conhecida. A Figura 2 mostra os tais furos (quatro), já executados em 6.478 tampas segundo o sítio da Light.



Figura 2: Buracos abertos nas tampas de caixas de inspeção.

Nota-se que a Light também vem investindo pesadamente em marketing, com veiculação de diversos anúncios na mídia televisiva e tendo inclusive criado um blog “Conexão Light”, que divulga em redes sociais e em um canal no YouTube [14], vídeos com explicações sobre a empresa e a rede subterrânea. Porém, os vídeos destacam os investimentos e as melhorias realizadas, sem demonstrar se as medidas ora implantadas estão devidamente relacionadas à eliminação das causas reais das explosões.



→ São Paulo - 08, 09 e 10 de novembro de 2011

V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

ESW BRASIL 2011 - 



A Light tem declarado “estar atuando” para acabar com as explosões de bueiros, porém não apresentou até hoje a relação das causas reais, além de minimizar a gravidade dos eventos de fumaça e fogo. No YouTube encontramos entrevistas com declarações de representantes da empresa que demonstram desconhecer as reais causas e que não definem quando o problema estará resolvido. [15]

b) Pela Prefeitura:

A Prefeitura do Rio, por meio da Secretaria de Conservação e Serviços Públicos, contratou a empresa Concremat para o monitoramento independente em bueiros na cidade, prevendo-se um total de 10 mil inspeções em Caixas de Inspeção (CI) e Câmaras Transformadoras (CT) por mês [16].

A contratação, em caráter emergencial por seis meses, foi uma iniciativa do acordo de cooperação entre a Prefeitura do Rio de Janeiro, Governo do Estado do Rio de Janeiro, Ministério Público e Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio de Janeiro (CREA-RJ) e tem por objetivo enfrentar as recorrentes explosões de bueiros em vias da cidade. O contrato no valor de R\$ 4,242 milhões será custeado pela Prefeitura.

As 12 equipes previstas trabalham em turnos diurnos e noturnos com planejamento operacional e a interligação de dados com o Centro de Operações da Prefeitura do Rio.

As inspeções são feitas com detectores de gás (explosímetros), de leitura direta, para verificar a presença de gases inflamáveis e explosivos. Além disso, as equipes vão realizar varredura com apoio de um termovisor para verificar a existência de temperaturas acima do recomendado nas instalações elétricas. Nos casos onde as inspeções comprovarem a presença de gases na faixa de “risco de explosão”, a empresa deverá informar imediatamente o Centro de Operações da Prefeitura do Rio, as empresas concessionárias e respectivas agências reguladoras, o CREA-RJ e o Ministério Público. Será então feito o isolamento do bueiro e as concessionárias serão acionadas para efetuarem “pronto reparo”.

A Figura 3 mostra um bueiro devidamente isolado, com a tampa parcialmente aberta, aguardando o “pronto reparo” da concessionária.



Figura 3: Isolamento e sinalização de bueiro onde foi detectada uma concentração elevada de gás



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

ESW BRASIL 2011 - 

→ São Paulo - 08, 09 e 10 de novembro de 2011



O trabalho iniciou com prioridade em áreas já apontadas como de maior risco de ocorrência de acidentes como Centro, Copacabana, Botafogo, Laranjeiras, Flamengo e Tijuca. Há um relatório semanal enviado à Prefeitura do Rio, sobre as condições encontradas nos bueiros.

Um equívoco é que está sendo divulgado na mídia “bueiros com 80 a 100% de risco de explosão” utilizando-se os resultados destas medições, o que não está correto. [17]

Quando a leitura no explosímetro indica “80”, significa que o gás que passou pelo sensor apresenta uma concentração correspondente a 80 % do LIE do gás de calibração, por exemplo, o metano. Neste ponto, se o gás presente for o metano, não há uma atmosfera explosiva presente, uma vez que o LIE não foi atingido.

Este é o escopo do serviço: registrar os percentuais encontrados de LIE e comunicar aos órgãos relacionados. Ao se divulgar na mídia tais percentuais como “risco de explosão” está havendo um grave equívoco, que vem causando apreensão na população.

Para concretizar uma explosão é necessária, além da concentração acima do LIE, a presença de uma fonte de ignição com energia suficiente. Logo, o “risco de explosão” apenas poderá ser estimado numericamente a partir do conhecimento da frequência e duração com que uma fonte de ignição adequada possa surgir no local e da possibilidade do aparecimento simultâneo da mesma quando houver concentrações de gás acima do LIE. Esta estimativa de risco seria fruto de uma Análise Quantitativa de Risco de Explosão, um serviço que além de não ser realizado pelo explosímetro, não está caracterizado no Termo de Referência.

Apenas como exemplo, se um local apresenta uma concentração de gás metano a 80% do LIE, o risco de explosão será zero se for caracterizado não haver condições para aumento desta concentração ou se a possibilidade de presença de uma fonte de ignição com energia suficiente, no momento que a concentração de gás vier a atingir o LIE, for inexistente.

Também merece ser citado um ponto crítico na rede subterrânea das grandes cidades, que ela não possui uma delimitação para seu caminhamento. Todo o traçado é definido pelas empresas, sem consultar as demais ou algum Plano Diretor das Prefeituras – inexistentes [18]. Uma vez obtida da Prefeitura a licença para execução do serviço, não há qualquer fiscalização da mesma, de forma que não se sabe como é feita – ou mesmo se é feita - a recomposição das redes danificadas na intervenção.

Na Figura 4 notamos que manilhas de barro com fios em seu interior foram danificadas nesta obra realizada pela CEG (tubulação amarela), porém não está claro como será feita a recomposição.



Figura 4: Intervenção por uma concessionária pode afetar instalações de outra.

c) Pela CEG

A CEG assinou em 28/07/2011 um TAC como Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro, comprometendo-se a efetuar modernização de sua rede onde ela estiver próxima à rede da Light, e sujeitando-se a uma multa de R\$ 100 mil caso houver explosões em sua rede. [19]

O compromisso envolve investimentos de R\$ 25 milhões na modernização de 50 quilômetros da rede do Centro e de Copacabana, na Zona Sul, em até 12 meses, uma antecipação das ações que seriam feitas até 2013. Segundo o MP-RJ, a empresa também será multada no mesmo valor de R\$ 100 mil caso descumpra o cronograma de obras.

Os dutos de distribuição que serão trocados representam a maior parte dos 5% da rede que ainda não foram modernizados pela companhia. Em vez de ferro fundido, os novos tubos são feitos de polietileno, material mais resistente e flexível. Esses novos dutos têm pontos de união e solda - onde a rede fica mais vulnerável - a cada cem metros. No caso dos tubos de ferro fundido, essa distância é menor.

De acordo com o presidente da concessionária, a CEG investiu R\$ 2,6 bilhões nos últimos 12 anos para expandir e modernizar sua rede, acusando outras empresas de não terem modernizado suas instalações. A concessionária de gás teria renovado, nos últimos anos, todas as suas 600 estações subterrâneas de regulagem (onde a pressão do gás é alterada, para que ele seja distribuído aos consumidores). Segundo o presidente, as estações de regulagem são blindadas e ventiladas com exaustores, não entrando água nelas, e elas também são monitoradas remotamente por meio de sensores, porém ele não informou de que tipo são os mesmos.

d) Pelo Ministério Público:



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

ESW BRASIL 2011 - 

→ São Paulo - 08, 09 e 10 de novembro de 2011



O Ministério Público Estadual e a Light assinaram um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) que estipula multas de R\$ 100 mil para cada bueiro que explodir e causar danos ao patrimônio público ou privado, ou deixar feridos na cidade do Rio. [20] A multa pode ser cobrada a partir da homologação do documento na 4ª Vara Empresarial no Rio, ocorrida em 18/07/11. O TAC determina também a reforma de quatro mil câmaras subterrâneas até 2012, sendo 1.170 delas até dezembro de 2011.

Segundo os Promotores de Justiça de Defesa do Consumidor Rodrigo Terra e Pedro Rubim, essas câmaras que precisam ser reformadas fazem parte de um universo de 40 mil bueiros da Light em toda a cidade. Esses quatro mil seriam os que têm maior potencial de causar estragos, em caso de acidente. Os 1.170 prioritários são os de maior risco, “já que estão localizados em áreas onde há redes antigas da CEG, que ainda não foram reformadas”. A maioria deles fica na Zona Sul e Centro.

Podemos extrair desta declaração que ela se baseia no pressuposto que o maior risco seria a existência de redes antigas da CEG, aparentemente não tendo sido considerados outros fatores de risco, como por exemplo, o controle da carga imposta à rede subterrânea da Light.

A localização exata das 1.170 câmaras não foi divulgada, o que pelas declarações realizadas, pode ser entendido como um critério independente da localização dos eventos ocorridos.

O Ministério Público também celebrou em 28/07/11 um TAC com a CEG, prevendo que a multa de R\$ 100 mil será aplicada tanto à empresa de gás quanto à empresa de eletricidade. As duas terão que pagar a não ser que comprovem que não tiveram responsabilidade, conforme declaração do promotor Rodrigo Terra [21].

Além dos dois TAC assinados, o Ministério Público do Rio pretende investigar criminalmente as recentes explosões em bueiros na cidade [18]. O pedido foi feito pelo procurador-geral de Justiça, Cláudio Soares Lopes, que encaminhou ofício à Coordenação das Promotorias de Justiça de Investigação Penal em 19/07/11. Em nota divulgada pela assessoria do MP, o procurador explica que “a situação está insustentável. Independentemente das providências urgentes que devem ser adotadas na esfera administrativa, entendo que as explosões ocorridas devem ser investigadas também sob o enfoque criminal”.

e) Pela ANEEL:

O órgão regulamentador das distribuidoras de energia elétrica é a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, com sede em Brasília e que estabelece os critérios a serem seguidos.

No caso das explosões a ANEEL não aplicou nenhuma multa à Light, restringindo-se a declarar que apuraria os fatos em sigilo [22] e que enviaria um representante ao Rio de Janeiro para acompanhar as ações tomadas pela Light [23].

As multas já aplicadas pela ANEEL à Light foram motivadas por eventos de falta de energia na área de concessão, porém nem sempre a multa significa desembolso financeiro para a penalizada. A última multa aplicada à Light, de R\$ 9,5 milhões, relativa a uma falta de energia ocorrida no Leblon em 2009, foi “trocada” por investimentos no valor de R\$ 12 milhões.

Ou seja, o investimento já previsto pela Light foi antecipado e tal antecipação foi considerada como compensação adequada pela falta de energia ocorrida.

Uma vez que os fatores de avaliação das concessionárias são o DEC e o FEC, os quais refletem a continuidade operacional, entende-se que as características de sistema reticulado, onde a falta em um ramal permite que os consumidores sejam alimentados pelas subestações adjacentes, contribuem para uma elevada continuidade operacional, ou seja, baixos índices de DEC e FEC.



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

ESW BRASIL 2011 - 

→ São Paulo - 08, 09 e 10 de novembro de 2011



Neste caso, a Light mesmo com os numerosos eventos de fogo, fumaça e explosão em sua rede, pode apresentar bons índices de DEC e FEC, e desta forma ser considerada pela ANEEL como atendendo aos compromissos de suprimento de energia aos consumidores.

Deveria caber então à ANEEL, uma postura mais alinhada com o nos termos do artigo 6º, §3º, I da Lei nº 8.987, de 13.02.1995, que diz que “*Serviço adequado é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança,.....*” e desta forma, tendo em vista que a segurança da população está ameaçada, não adianta ficar repetidamente cobrando da Light “um plano”; entende-se que a Light não sabe o que ocorrendo e que a contratação de uma consultoria especializada é imprescindível.

6) As perícias

Os peritos do Instituto de Criminalística Carlos Éboli (ICCE) disseram não haver dúvidas de que havia falta manutenção nas galerias e que medidas simples, como garantir maior ventilação, poderiam reduzir os problemas. [24] Segundo o chefe do Serviço de Perícia do ICCE, engenheiro Luiz Alberto Coelho, a retenção de gás e oxigênio nos bueiros é o que provoca as explosões.

“- *O confinamento é o motivo da explosão. Se há gás lá dentro, isso é suficiente para surgir o problema. Basta haver uma centelha, que pode ser causada por um atrito na tampa do bueiro, quando um carro passa pela via, por exemplo, ou por um curto-circuito dentro da caixa. Não é só questão de falta de manutenção. Se houvesse mais aeração (ventilação), natural ou mecânica, o problema já diminuiria bastante. O problema não existe só no Rio, mas em todo o Brasil*” - afirmou Luiz Alberto.

Os laudos efetuados anteriormente pelo Instituto e divulgados na mídia têm se mostrado sem o detalhamento adequado, talvez porque haja falta de ferramental para que as análises sejam feitas de forma mais abrangente e independente das concessionárias, pois no momento o Instituto trabalha com equipamentos e em laboratórios cedidos pelas duas concessionárias envolvidas nos incidentes: Light e a Companhia Estadual de Gás (CEG). A perícia da Polícia Civil não tem aparelhos para medir, detectar e analisar gás, nem sensores para constatar temperaturas em emendas de fios, nem os 'explosímetros', que detectam vapores inflamáveis. [25]

7) Soluções adotadas em outros países

Após conhecer as causas principais do problema é necessário implementar um plano de ação que vise interromper a seqüência de eventos e os prejuízos decorrentes. Tendo em vista o tamanho das redes subterrâneas urbanas, o estabelecimento de prioridades no sentido de atacar primeiro as causas principais, segundo uma análise de Pareto, é necessária.

O Poder Concedente de Washington, insatisfeito com as desculpas e as ações da concessionária Pepco, contratou a empresa de consultoria Stone & Webster para efetuar uma análise independente da apresentada pela Pepco, em 2001.

A Light colocou em seu relatório da rede subterrânea emitido em 18/04/11 e disponível no sítio da empresa, um link para este relatório da S&W [26], onde é apresentada uma análise de engenharia sobre os eventos ocorridos, chegando ao ponto-chave para a solução do problema: a identificação das causas de cada evento.

Foi apontada a sobrecarga nos circuitos como a causa principal da deterioração do isolamento dos cabos, que por sua vez levariam aos eventos de fogo, fumaça e explosão em bueiros. No estudo



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

ESW BRASIL 2011 - 

→ São Paulo - 08, 09 e 10 de novembro de 2011



encontramos a Tabela 2, apontando as causas de eventos ocorridos na rede da Pepco nos sete primeiros meses de 2001.

Tabela 2: Eventos ocorridos na Pepco de janeiro a julho de 2001 e suas causas

Implicated Equipment	Total Reported Manhole Incidents		Explosions	
	In Georgetown	Outside Georgetown	In Georgetown	Outside Georgetown
Secondary Cable	6	18	1	1
Primary Cable	1	3	0	1
Secondary Cable Splice	1	2	0	0
Primary Cable Splice	1	8	1	8
Other	1	5	0	2
TOTALS	10	36	2	12

A tabela aponta como causa responsável pelo maior número de eventos, os cabos secundários (BT). Porém com relação aos eventos de explosões, a principal causa foram as falhas nas emendas dos cabos primários.

Fazendo uma correlação com a rede da Light, a ANEEL efetuou uma inspeção na mesma em 2009, e constatou que diversos circuitos operavam no limite de sua capacidade. Assim, numa simples, ou no máximo, dupla contingência (ocorrência de falha em algum ramal), alguns circuitos (alimentadores e transformadores) entravam em regime de sobrecarga [27].

Também declarações do presidente da Light confirmaram que a Light operou em 2009 “muito acima da capacidade da rede” [28], o que pode ter relação com os eventos de bueiros em 2010, a considerar as conclusões do relatório S&W de 2001.

8) Conclusões

A situação é preocupante, pois não há uma única causa, e a solução não é trivial, uma vez que as características físico-químicas dos eventos em bueiros revelam um comportamento complexo.

Os cidadãos estão sob grave risco. Portanto, não se pode simplesmente alegar "*não haver mão-de-obra nem material disponível para solucionar o problema*", uma vez que primeiramente deve ser cobrado um efetivo esforço para apontar as causas reais. [29]

A falta de um plano de ação para o problema foi caracterizado como um sério descaso pelo sítio da Comissão de Direitos Humanos e Legislação Participativa, do Senado Federal. [30] Porém nota-se pouca efetividade nas Audiências Públicas, onde a ausência de profissionais com conhecimento das características dos sistemas de distribuição e do histórico de eventos acaba desperdiçando uma oportunidade importante na cobrança de efetivas soluções. [31]



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

ESW BRASIL 2011 - 

→ São Paulo - 08, 09 e 10 de novembro de 2011



A rede subterrânea possui custo de construção mais elevado que a rede aérea, e admite-se que os benefícios apareçam em médio prazo. [32] Porém esta estimativa está baseada em uma rede que opere sem problemas. As ocorrências em bueiros estão impactando negativamente a Light, haja vista sua demonstração de lucros efetuada em 06/08/11, onde em meio ao aumento de custos e à crise com a explosão de bueiros na rede de distribuição da companhia, houve queda no lucro de 67,1% no segundo trimestre de 2011 em relação ao obtido no mesmo período do ano passado. Isto resultou que no primeiro semestre de 2011, o lucro da companhia somou R\$ 212 milhões, recuo de 41,6% na comparação anual. [33] Estes fatos deveriam ensejar por parte da empresa a contratação de especialistas para identificar as causas e desta forma por fim às ocorrências de fogo, gás e explosão em sua rede de distribuição.

O perigo existe, está comprovado por diversas ocorrências há pelo menos dez anos e tem registros de ferimentos, queimaduras e morte, de forma que é imperiosa uma atuação firme por parte das autoridades e da direção da Light na busca das causas. Enquanto a concessionária de eletricidade se limitar a culpar a concessionária de gás por supostos vazamentos, que por sua vez são negados por aquela, o problema não terminará. Da mesma forma que foi feito na concessão de Washington, seria bem-vinda a contratação pela ANEEL de uma empresa especializada – brasileira ou estrangeira - para identificação das causas e elaboração de um plano efetivo para solução dos eventos em bueiros. [34]

Com a devida análise de engenharia, é possível chegarmos até ao desenvolvimento de um modelo matemático que permita uma atuação planejada, eliminando-se as causas dos eventos em bueiros. [35]

A imagem da cidade, a segurança e a tranquilidade de sua população estão sendo seriamente prejudicadas com estes eventos, de modo que a solução do problema deve ser tratada com prioridade.

9) Referências Bibliográficas

- [1] “Estado de americana atingida por explosão de bueiro no Rio é estável”, em: <http://www.estadao.com.br/noticias/cidades,estado-de-americana-atingida-por-explosao-de-bueiro-no-rio-e-estavel,574959,0.htm>
- [2] RANGEL Jr., Estellito, “Explosões urbanas: risco anunciado”. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA, SAÚDE E MEIO-AMBIENTE, Salvador, 2000.
- [3] Con Ed worker killed, another injured, in Brooklyn manhole explosion. J. Lemire, M. Jaccarino e T. Connor, Daily News, 09/10/08, acessível em: http://www.nydailynews.com/ny_local/2008/10/09/2008-10-09_con_ed_worker_killed_another_injured_in_-2.html
- [4] Explosão em bueiro em Copacabana fere dois policiais. Tudoagora, 13/9/08, acessível em: <http://www.tudoagora.com.br/noticia/7553/Explosao-em-bueiro-em-Copacabana-fere-dois-policiais.html>
- [5] “Relatório mostra que Light desconhece a localização de cerca de 500 bueiros no Rio”, em 19/07/11, em: <http://oglobo.globo.com/rio/mat/2011/07/19/relatorio-mostra-que-light-desconhece-localizacao-de-cerca-de-500-bueiros-no-rio-924938589.asp>



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

ESW BRASIL 2011 - 

→ São Paulo - 08, 09 e 10 de novembro de 2011



- [6] “Light vai investir R\$ 320 milhões na rede subterrânea”, sítio da Light, em 22/07/11, disponível em: <http://www.light.com.br/web/aplicacoes/news/institucional/tenoticiasview.asp?mid=8687942772327225&id=656H3046&idioma=>
- [7] “Relatório da rede subterrânea”, 18/04/11, disponível em: <http://www.light.com.br/web/relatorio-sistema-distribuicao-subterraneo.pdf>
- [8] “Apresentação – Comissão de Minas e Energia – Câmara dos Deputados”, Light, 08/06/11, disponível em: <http://www2.camara.gov.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/audiencias-publicas/2011/08-06-2011-discussao-sobre-a-situacao-em-que-se-encontra-a-rede-subterranea-da-light-s.a/light>
- [9] HATTWIG, Martin e STEEN, Henrikus. Handbook of explosion prevention and protection, Wiley-Vch, 2004.
- [10] “Light investe para melhorar fornecimento de energia”. A. Rodrigues, Estado de São Paulo, 20/9/2010, acessível em: <http://estadao.br.msn.com/economia/artigo.aspx?cp-documentid=25645361>
- [11] “Presidente da Light anuncia investimentos, mas não afasta risco de novos incidentes”, por Emanuel Alencar, site O Globo, em 22/07/2011, em: <http://oglobo.globo.com/rio/mat/2011/07/22/presidente-da-light-anuncia-investimentos-mas-nao-afasta-risco-de-novos-incidentes-924961719.asp>
- [12] Light aumentará inspeções em redes subterrâneas de distribuição. GESEL – Grupo de Estudos do Setor Elétrico, 20/07/2010, acessível em: <http://www.nuca.ie.ufrj.br/blogs/gesel-ufrj/index.php?/archives/12514-Light-aumentara-inspecoes-em-redes-subterraneas-de-distribuico.html>
- [13] “Idéias simples, grandes resultados”, informação disponibilizada através de link no banner “Saiba o que a Light está fazendo na manutenção”, sítio da Light, extraído em 05/08/2011.
- [14] “Redes subterrâneas”, Conexão Light, canal no YouTube disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=4sSPtzt4MUc>
- [15] “Explicando explosões de bueiros II”, YouTube, disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=P5qKSeAB_d8
- [16] Bastos, Isabela. “Inspeção de bueiros começará na quinta-feira”, em: http://www.agenersa.rj.gov.br/agenersa_site/index.php?option=com_content&view=article&id=1281:inspecao-de-bueiros-comecara-na-quinta-feira&catid=108:noticias&Itemid=124
- [17] Costa, Ana; Galdo, Rafael - Crea-RJ: sete bueiros vistoriados no Centro do Rio explodiriam com qualquer centelha. Em sítio O Globo, 08/07/11, disponível em:



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

ESW BRASIL 2011 - 

→ São Paulo - 08, 09 e 10 de novembro de 2011



<http://oglobo.globo.com/rio/mat/2011/07/08/crea-rj-sete-bueiros-vistoriados-no-centro-do-rio-explodiriam-com-qualquer-centelha-924863044.asp>

- [18] Boom-eiros, TV PUC, 09/09/11, disponível em: <http://tvpuc.vrc.puc-rio.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inoid=367&sid=3>
- [19] “CEG assina TAC e pode ser multada em R\$ 100 mil se bueiro explodir”, 28/07/11, sítio G1, disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2011/07/ceg-assina-tac-e-pode-ser-multada-em-r-100-mil-se-bueiro-explodir.html>
- [20] “Ministério Público e Light assinam TAC que determina pagamento de multa de R\$ 100 mil por cada bueiro que explodir no Rio”, Rafael Galdo, O Globo, em: <http://oglobo.globo.com/rio/mat/2011/07/06/ministerio-publico-light-assinam-tac-que-determina-pagamento-de-multa-de-100-mil-por-cada-bueiro-que-explodir-no-rio-924848733.asp>
- [21] “CEG assina TAC e pode ser multada em R\$ 100 mil se bueiro explodir”, em G1 Notícias, disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2011/07/ceg-assina-tac-e-pode-ser-multada-em-r-100-mil-se-bueiro-explodir.html>
- [22] “Aneel manda Light preparar plano de emergência para evitar novas explosões no Rio”, 05/04/11, sítio do Jornal do Brasil disponível em: <http://www.jb.com.br/rio/noticias/2011/04/05/aneel-manda-light-preparar-plano-de-emergencia-para-evitar-novas-explosoes-no-rio/>
- [23] “Aneel deslocará técnico para acompanhar Light em monitoramento de bueiros no Rio”, em sítio O Globo, 13/07/11, disponível em: <http://oglobo.globo.com/rio/mat/2011/07/13/aneel-deslocara-tecnico-para-acompanhar-light-em-monitoramento-de-bueiros-no-rio-924902672.asp>
- [24] “Acúmulo de gases: perícia policial sobre explosões de bueiros critica falta de ventilação”, Vera Araújo, O Globo, 29/07/11, em: <http://oglobo.globo.com/rio/mat/2011/07/29/acumulo-de-gases-pericia-policial-sobre-explosoes-de-bueiros-critica-falta-de-ventilacao-925010919.asp>
- [25] “Laudo de explosões de bueiros depende de ajuda da Light e CEG”, 16/07/11, disponível em: <http://noticias.terra.com.br/brasil/noticias/0,,OI5244989-EI8139,00-Laudode+explosoes+de+bueiros+depende+de+ajuda+da+Light+e+CEG.html>
- [26] “Assessment of the Underground Distribution System of the Potomac Electric Power Company”, Stone & Webster Consultants, 07/12/2001, disponível em: http://www.dcpsec.org/pdf_files/pressreleases/SWFinalReport.pdf
- [27] “Relatório de Fiscalização – RF-LIGHT-05/2009”, ANEEL, 14/12/2009, disponível em: <http://www.google.com.br/url?q=http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/RF-LIGHT-05-2009-SFE.pdf&sa=U&ei=mliYTrCjKcnv0gHot4S6BA&ved=0CA4QFjAA&usg=AFQjCNEndS2lSsB0sKEyeoNfmvVb1JbYeQ>



V SEMINÁRIO INTERNACIONAL
DA ENGENHARIA ELÉTRICA
NA SEGURANÇA DO TRABALHO

ESW BRASIL 2011 - 

⇒ São Paulo - 08, 09 e 10 de novembro de 2011



- [28] “Explosão de bueiros causa jogo de empurra”, Portal Clipping, disponível em: <http://clippingmp.planejamento.gov.br/cadastros/noticias/2011/8/1/explosao-de-bueiros-causa-jogo-de-empurra>
- [29] Light e CEG não garantem solução rápida para o problema dos bueiros que explodem no Rio de Janeiro. Agência Brasil, 19/07/10, acessível em: <http://oglobo.globo.com/rio/mat/2010/07/19/light-ceg-nao-garantem-solucao-rapida-para-problema-dos-bueiros-que-explodem-no-rio-de-janeiro-917179910.asp>
- [30] Governo do Rio e Light não se sentem culpados dos ferimentos da norte-americana que teve 80 % do corpo queimado. Comissão de Direitos Humanos e Legislação Participativa do Senado Federal, 06/09/10, acessível em: http://www.direitoshumanos.etc.br/index.php?option=com_content&view=article&id=9631:governo-do-rio-e-light-nao-se-sentem-culpados-dos-ferimentos-da-norte-americana-que-teve-80-do-corpo-queimado&catid=38:violencia-geral&Itemid=180
- [31] Comissão de Minas e Energia, Câmara dos Deputados, Brasília, disponível em: <http://www2.camara.gov.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/audiencias-publicas/2011/08-06-2011-discussao-sobre-a-situacao-em-que-se-encontra-a-rede-subterranea-da-light-s.a/nt-08jun2011>
- [32] Giuliana Verasco, Ana Lima, Hilton Couto, “Análise comparativa dos custos de diferentes redes de distribuição de energia elétrica no contexto da arborização urbana”. Revista Árvore, V.30, n.4, pg. 679 – 686, 2006.
- [33] “Lucro da Light cai 67% no segundo trimestre, para R\$ 45 milhões”, sítio do O Globo, em 06/08/11, em: <http://oglobo.globo.com/economia/mat/2011/08/06/lucro-da-light-cai-67-no-segundo-trimestre-para-45-milhoes-925077186.asp>
- [34] ‘Especialista diz que Light não investiga explosões’, em sítio do O Globo, disponível em: <http://oglobo.globo.com/rio/mat/2011/08/20/especialista-diz-que-light-nao-investiga-exploes-925172517.asp>
- [35] RANGEL Jr., Estellito, “Explosões de bueiros: onde será a próxima?”. Revista GTD, edição 40, nov/dez 2010, Editora Lumière, pg. 28 – 38.

10) Currículo

Estellito Rangel Junior – é engenheiro eletricista e membro da Comissão de Sistemas de Prevenção de Explosão da ABNT; da DTE de Segurança do Clube de Engenharia; da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade - ABRACOPEL; da Dielectrics & Electrical Insulation Society – DEIS do IEEE e é consultor sobre instalações elétricas industriais em ambientes com atmosferas explosivas, com trabalhos publicados no Brasil e no exterior.