



**XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GLT/22

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO - III

GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO – GLT

**IMPLANTAÇÃO DAS LINHAS DE INTERLIGAÇÃO AÉREAS EM 138KV ENTRE SUBESTAÇÕES
JACAREPAGUÁ E CURICICA – UM DESAFIO OLÍMPICO, UMA COMPROMISSO LIGHT COM O MEIO
AMBIENTE**

**João Paulo Carvalho Corrêa (*)
LIGHT S.E.S.A.**

**Fábio Junior Neves
LIGHT S.E.S.A.**

**Filipe Marques Pereira
LIGHT S.E.S.A.**

**Fernando Márcio Oliveira Rodrigues
LIGHT S.E.S.A.**

RESUMO

Todo evento olímpico necessita de uma grande demanda de energia para que os jogos aconteçam. Principalmente para atender o Parque Olímpico e a estrutura de mídia e comunicação dos jogos. Os jogos do RIO 2016 não foram diferentes, foi necessário o reforço do sistema elétrico de distribuição em 138 kV, para atender o próprio Parque Olímpico e o centro de mídia, ambos localizados na região Oeste do Rio de Janeiro.

A principal meta imposta pelo Comitê Organizador à Light, foi cumprir os requisitos de qualidade e segurança do sistema necessários para atender o evento, sendo o prazo de execução dos reforços o grande desafio à concessionária.

Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar os desafios superados para implantação da linha 138 kV de circuito duplo entre as subestações de Jacarepaguá (345/138 kV) e Curicica (138/13,8 kV), com extensão de 5,5 km, instalada dentro do Parque Estadual da Pedra Branca, área de preservação ambiental permanente. Deste modo, foram utilizadas técnicas não convencionais para reduções dos impactos ambientais e prazo de construção.

PALAVRAS-CHAVE

Linha Aérea, Meio Ambiente, Olimpíadas, Prazo, Técnicas Não Convencionais.

1.0 - INTRODUÇÃO

O plano de reforço do sistema elétrico de distribuição do Rio de Janeiro para atender as Olimpíadas RIO 2016, foi um grande desafio para a Light. Sendo assim, a idealização, conceituação e elaboração dos estudos preliminares iniciaram com antecedência de 4 anos, referente a data dos jogos.

Este informe técnico abordará os desafios superados e exibirá as soluções técnicas utilizadas para viabilizar a construção da linha 138 kV de interligação entre as subestações Jacarepaguá (JP) e Curicica (CUR). Tal linha foi idealizada com intuito de elevar o grau de confiabilidade do sistema 138 kV, limitando a quantidade de subestações conectadas em uma única linha, trazendo assim segurança operativa ao Parque Olímpico e ao Centro Principal de Mídia RIO 2016.

Todas as análise, decisões, equipamentos e procedimentos utilizados no empreendimento foram motivados pelo compromisso no atendimento do prazo Olímpico.

2.0 - O EMPREENDIMENTO

A subestação 345/138 kV Jacarepaguá, de concessão de Furnas, e a subestação 138/13,8 kV Curicica, de concessão da Light, estão localizadas na zona oeste do Rio de Janeiro. Desde 1988 há interligação entre estas subestações, através de uma linha aérea de circuito duplo que atende diretamente 5 subestações, denomina CUR-LI-ITP-JP 1 e 2.

Como a subestação Olímpica de 138/13,8 kV, dedicada ao Parque Olímpico, se conectaria ao sistema através da subestação Curicica, totalizou-se assim, 6 subestações conectados ao 2 circuitos CUR-LI-ITP-JP 1 e 2. Analisando o cenário, o risco à confiabilidade do sistema de distribuição 138 kV para atender o Parque Olímpico e o Centro de Mídia ficou evidenciado.

Para isso, a construção de uma nova linha, também em circuito duplo, interligando as subestações JP e CUR e separando estas 6 subestações (5 existentes + 1 SE Olímpica), tornou-se prioridade para o plano de reforço do sistema de distribuição – ver Figura 1.

Assim, o projeto para implantação da nova linha LI-CUR-JP 1 e 2 teve seu início, podendo ser caracterizada por possuir 2 cabos condutores CAA 1113,0 MCM (Bluejay) por fase e 2 para-raios, 1 cabo CAA 266,8 MCM (Partridge) e 1 cabo OPGW de 36 fibras. As estruturas utilizadas foram todas autoportantes com altura máxima de 57 metros e todas as fundações em concreto armado. Em toda extensão da linha foram construídas 13 estruturas e aproveitadas 2 estruturas da linha existente.

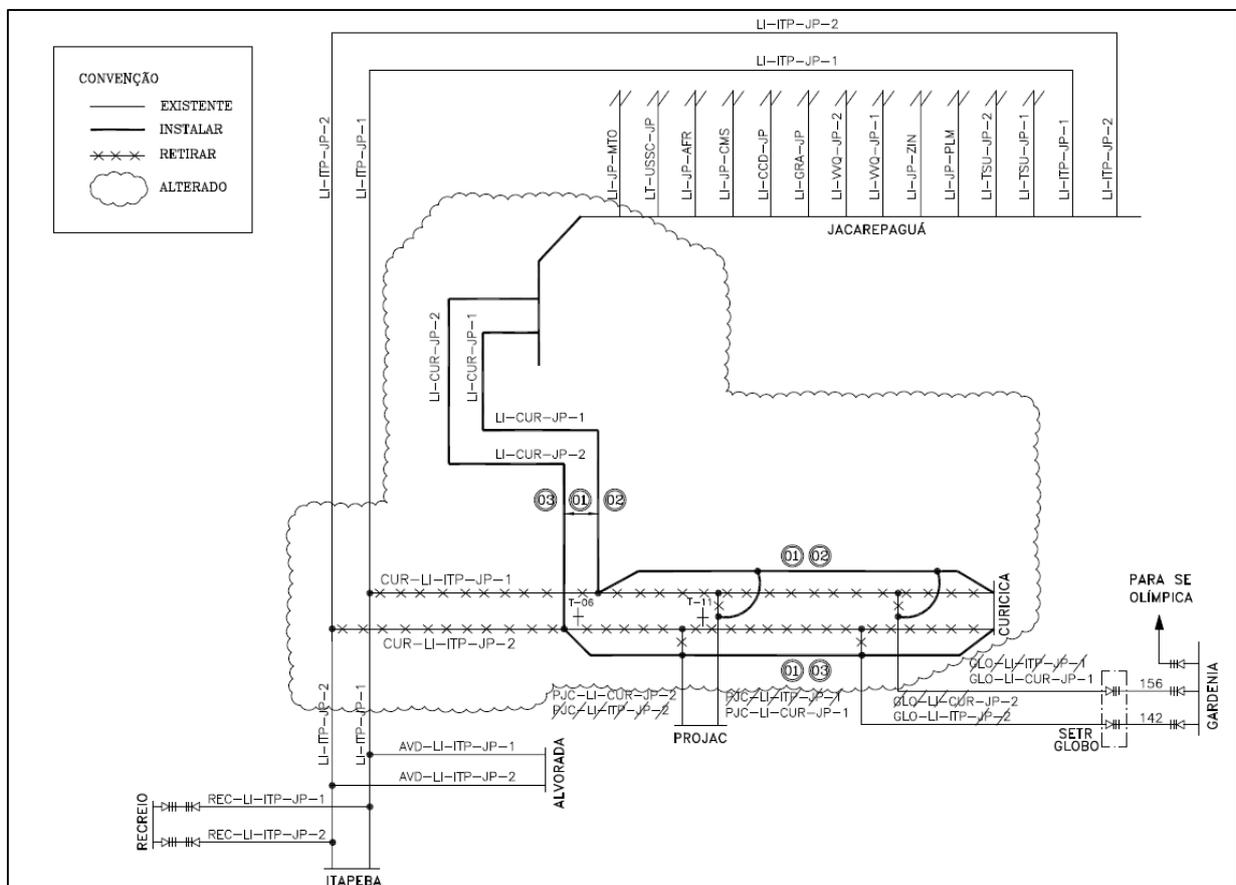


FIGURA 1 – Diagrama unifilar LI-CUR-JP 1 e 2

Em resumo, os resultados deste projeto são excepcionais principalmente pelo ganho operativo proposto. Conforme Figura 3, pode-se entender a real necessidade sistêmica e como foi prudente a idealização e implantação da construção da linha para os jogos RIO 2016 (Ver Figura 2), pois ilustra as configurações mapeando um dos requisitos de qualidade, cliente impactados por linha ou subestação.

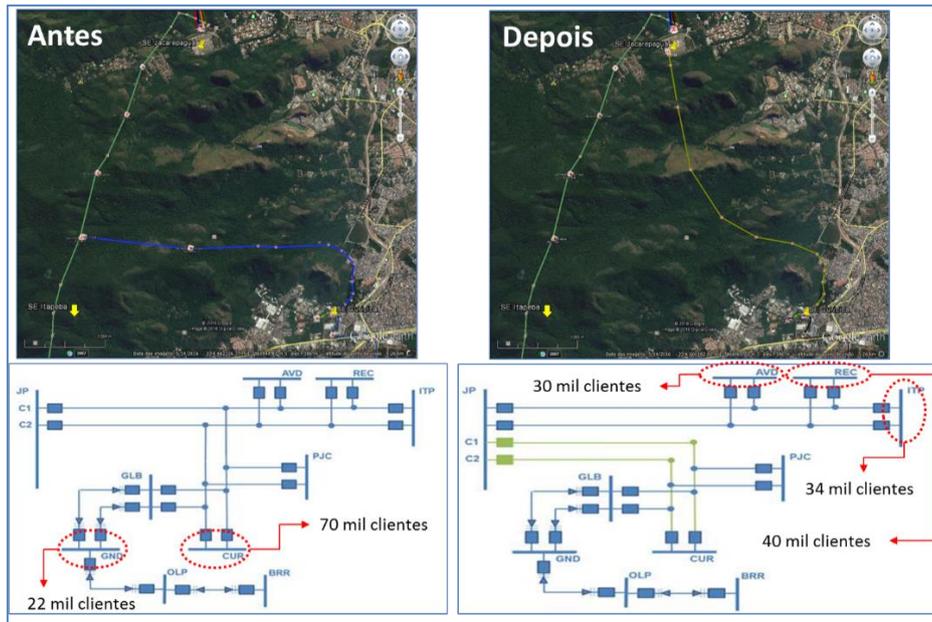


FIGURA 2 – Configuração do sistema 138 kV - Antes e Depois da LI-CUR-JP 1 e 2

2.1 ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS DE TRAÇADO DA LINHA

Estipuladas as premissas do projeto, fora estudado as possibilidades de traçados desta linha. Por análise da localidade levantou-se 3 rotas preliminares para estudo de viabilidade das mesmas – Ver Figura 3.

Como de praxe, para cada alternativa, foi estudado e comparado as extensões dos traçados, estipulados os riscos pertinentes de cada rota e avaliados as interferências patrimoniais, sempre com intuito de redução de custos ligados às possíveis indenizações ou aquisições de terreno.

Principal atenção foi dada aos aspectos ambientais. Desta maneira, junto ao órgão licenciador foi discutido os impactos gerados por cada alternativa e estipuladas estratégias e planos de trabalhos para viabilizar, seguindo a ótica de preservação ambiental e sustentabilidade, a implantação da linha.



FIGURA 3 – Alternativas de traçados

A alternativa 3 foi a opção escolhida para implantação, pois a mesma atendia questões ambientais e sociais, incluindo a redução significativa de interferências com outras propriedades. Obteve-se assim, relação ótima entre custo-benefício para o meio ambiente e a o empreendimento proposto pela Light.

Os principais pontos analisados para a definição da rota foram as interferências com propriedades privadas e maciços rochosos (principais maciços, Pedra Hime e Pedra Grande¹, com cotas superiores a 350 metros), quantidade de estruturas, distâncias das rotas, além da facilidade e agilidade de implantação para obedecer os prazos olímpicos.

Considerado também que a alternativa escolhida já possui menor extensão comparado as demais, é obvio a redução dos impactos ambientais, principalmente pela quantidade de supressão vegetal. Outro fator que auxiliou na redução do impacto foi a adoção de procedimentos e estratégias de construção especiais, como exemplo a utilização do helicóptero para transporte dos materiais, evitando assim a abertura de faixa de serviço e implantação de novos acessos. Também foram projetadas estruturas de altura elevada minimizando a frequência de podas durante a operação da linha.

Resumidamente, podemos ver na Tabela 1 a comparação de informações sobre os traçados, a fim de observar as reduções de impactos obtidas. Esta tabela evidencia, por exemplo, ganhos significativos na instalação de torres dentro do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), onde há uma diferença de 12 estruturas, ou seja, uma redução de 80% na quantidade de estruturas e na área impactada, significando redução no impacto ambiental motivado pela diminuição da área de supressão de vegetação e do impacto visual.

Também na Tabela 1 podemos considerar, através da média do item “Redução”, que houve ganho médio de 56,67%, ou seja, uma redução de impactos ambientais superior a 50% entre o 1º proposta de traçado e o 3º proposta.

Concomitantemente a esta redução do impacto ambiental, é nitida a otimização dos custos e prazos para construção da linha, pois na primeira proposta a linha possui 8,5 km de extensão e 25 torres à instalar, já na segunda proposta, há uma redução na extensão, passando para 5,5 km com somente 13 estruturas à instalar.

Comprovando os ganhos, conforme item “área total atingida dentro do Parque com supressão direta (helipontos e torres)”, a escolha do traçado possibilitou a redução do uso de helicóptero na construção, conseqüentemente traz resultados positivos para a logística da obra, trazendo ganhos de tempo e custo no empreendimento.

Tabela 1 – Redução dos Impactos Ambientais entre Alternativas 1 e 2

	Alteração 1	Alteração 2	Alteração 3	Redução	Porcentagem Reduzida	Unidade
Extensão do Ramal	8,5	Inviabilizado - interferência com residências e mineradora.	5,5	3	35,29%	km
Área do Ramal	255000		165000	90000	35,29%	m ²
Extensão do Ramal atingido do Parque	6		1,45	4,55	75,83%	km
Área atingida do Parque	180000		43500	136500	75,83%	m ²
Número de Helipontos	12		5	7	58,33%	unid.
Área de Helipontos dentro do Parque	4800		2000	2800	58,33%	m ²
Numero de torres	25		13	12	48,00%	unid.
Numero de torres dentro Parque	15		3	12	80,00%	unid.
Área de torres Total	10500		8125	2375	22,62%	m ²
Área de torres dentro do Parque	6300		1875	4425	70,24%	m ²
Área total atingindo do Parque com supressão direta (heliponto e torres)	11100		4050	7050	63,51%	m ²

3.0 - ESTUDOS AMBIENTAIS – RESGATE DE FLORA E AFUNGENTAMENTO DE FAUNA

Por se tratar de um parque de preservação permanente, o órgão licenciador obrigou no processo de licenciamento

¹ Pedra Grande e Pedra Hime são nomes utilizados pelo próprio Parque Estadual da Pedra Branca para referenciar os maciços rochosos que está próximo a torre T.3 da linha LI-CUR-JP 1 e 2.

da obra a execução de um estudo ambiental detalhado da área a ser impactada pela linha.

Neste estudo, foi possível levantar todos os riscos ambientais, referentes a vegetações que deveriam ser suprimidas, e também, foram identificada a fauna existente. Levantamento este importantíssimo para definir procedimentos de trabalho durante a construção da linha.

Tratando-se de reserva ambiental, o PEPB constitui um dos maiores remanescentes florestais do Rio de Janeiro, o estudo ambiental permitiu registrar a presença de várias espécies na área do futuro empreendimento, dentre elas espécies que desempenham funções ecológicas importantes, tais como a dispersão e regulação de insetos. Os indivíduos encontrados com maior frequência foram ofídios, aracnídeos e mamíferos de pequeno e médio porte, além de grande diversidade de aves.

O estudo e levantamento da fauna da região trouxe a necessidade da utilização de perneiras sobre a vestimenta, não costumeira à regiões de concessão da Light. Este equipamento foi imprescindível para evitar ataques de animais peçonhentos, pois por todo o tempo de construção da linha foi encontrado espécies como na Figura 4.



FIGURA 4 – Resgate de fauna. Cobra coral, do gênero *Micrurus*

Outro procedimento que teve que ser utilizado foram o resgate de flora e afugentamento de fauna, ou seja, para a flora fez-se necessário a coleta, transferência e acomodação adequada das espécies determinadas pelo órgão licenciador, para a fauna necessitou de utilizar de material sonoro que dispersasse os indivíduos que estivessem por perto, caso este processo não fosse eficaz fez-se necessário o resgate do animal.

Durante todo processo construtivo foram poucos os resgates de animais dentro do PEPB com alguma anomalia ou com sinais de maus tratos, sendo registrado, junto a Light, somente 1 espécie de gambá.

4.0 - DESAFIOS E SOLUÇÕES DE CONSTRUÇÃO

O grande desafio do empreendimento, desde de sua concepção, foi o prazo de atendimento ao compromisso olímpico, que em suma significava energizar a linha LI-CUR-JP 1 e 2 antes do mês de julho de 2016, sendo esta data estipulada pelos comitê organizador dos jogos olímpicos Rio 2016 como “Lock Down” dos serviços, ou seja, encerramento de atividades e serviços com interferência direta ao sistema.

Diante disso, a Light buscou estratégias e métodos não convencionais, com emprego das tecnologias atuais, visando agilizar a execução dos serviços. A principal tecnologia utilizada na obra foi o helicóptero, a qual reduziu severamente o tempo de execução das fundações e o transporte de materiais e equipamentos.

Importante destacar que está solução de utilização de helicópteros para a logística da obra foi agregadora para os aspectos ambientais e de gestão da obra, pois houve ganhos consideráveis para ambas as partes, ainda que o custo do serviço seja superior aos métodos convencionais.

Por se tratar de um relevo montanhoso e de difícil acesso, não era viável devido ao prazo, o transporte manual de concreto, insumos e equipamentos para as fundações. Assim, utilizando a aeronave como principal equipamento de logística na obra, mostrou que o helicóptero teve crucial importância na redução do tempo da etapa civil, permitindo liberar as montagens de estrutura e lançamento de cabos sobre a floresta do PEPB no prazo desejável para atender o objetivo do empreendimento (ver Figura 5).



FIGURA 5 – Transporte de concreto por helicóptero

De fato o helicóptero foi determinante para a obra, outro aspecto em que impulsionou o desempenho do empreendimento foi durante o lançamento de cabos. A linha esteve dividida em 2 trechos para lançamento de cabos, devido ao tamanho da linha. O trecho escolhido para lançamento com helicóptero possui a maior extensão 3,3 km e encontra-se todo sobre a vegetação do Parque Estadual da Pedra Branca (ver Figura 6 e Figura 7).



FIGURA 6 – Foto aérea do tramo 1 de aproximadamente 3,3 km

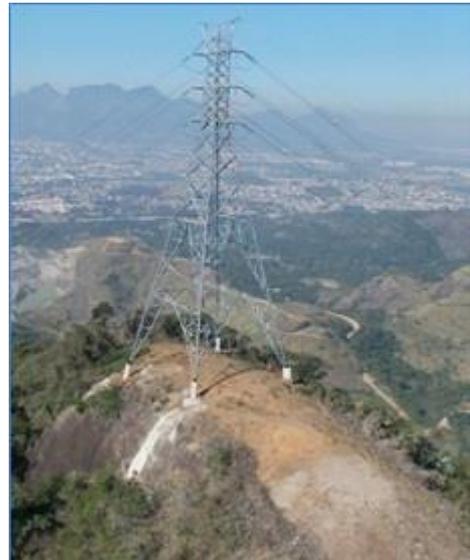


FIGURA 7 – Torre T.3 da LI-CUR-JP 1 e 2

A agilidade no lançamento destes 3,3 km de cabos foram surpreendentes, pois considerando as dificuldades do relevo (desníveis superiores a 150 metros), em 4 semanas foram lançados, nivelados e grampeados todos os cabos, total de 12 condutores (CAA 1113,0 MCM – Bluejay), considerando ainda 1 semana de atraso devido as dificuldades climáticas (chuvas e ventanias).

Os lançamentos dos cabos, também envolverão aplicações de equipamentos convencionais que foram os guinchos de grande porte, também chamados de puller e tensioner (ver Figura 8), que tornaram mais seguros e produtivo a etapa de instalação dos cabos. Dificuldade encontrada nas estruturas que apresentavam arrancamento, ou seja, que possuem trações na estrutura em sentido oposto ao solo. Ocorre que havia riscos de desacoplamento do cabo às roldanas de lançamento, implicando assim em uma instalação reforçada na segurança e supervisão constante.



FIGURA 8 – Praça de lançamento de cabos com puller instalado

Os guinchos trouxeram agilidade para o lançamento, mas também auxiliaram, após adequação dos procedimentos, na montagem de estrutura. Durante a construção, identificou-se atrasos no cronograma que colocariam em superação da data acordada com o Comitê. Desta forma, criou-se um plano de ação a fim de modificar os procedimentos de trabalho, no qual inicialmente realizava-se içamento manual das peças.

A partir da revisão procedimental, implementou-se os guinchos de até 1500 kg (ver figura 9), elevando a performance da equipe durante a montagem das torres, pois tornou mais eficiente o processo de içar peças. Por fim, houve recuperação do prazos das atividades de montagem com a utilização deste equipamento, atendendo assim o cronograma inicial estipulado.



FIGURA 9 – Guincho de 1500kg para içamento de peça

As dificuldades quanto ao prazo deste empreendimento motivaram a pesquisa e a utilização de tecnologias não convencionais, entre as tantas já apresentadas, podemos ainda citar outros equipamentos que solucionaram diversos desafios da obra, como por exemplo o cesto suspenso para nivelamento e grampeamento de cabos, e também, a utilização de bicicletas para locomoção sobre os cabos já tensionados, facilitando a instalação dos acessórios nas linhas como espaçadores-amortecedores e esferas.

5.0 - ENERGIZAÇÃO E FOCO NO RESULTADO

O segundo grande desafio deste empreendimento ocorreu na energização dos circuitos, pois trata-se de subestações já energizadas e em operação, em que houveram interações constantes de diversas concessionárias para alinhar as atividades e responsabilidades de cada envolvido.

Assim, o processo de energização da nova linha incluía a transferência da linha antiga para a nova, ou seja, a desativação do ramal antigo, em que se desassociava as 6 subestações ligadas na mesma linha, passando para 3 subestações por linha.

Como já citado, a linha foi separada em 2 trechos, que podemos chamá-los de trecho 1: trecho crítico – sobre a floresta do PEPB (T.1 à T.7) e trecho 2: trecho urbano – paralelo à linha existente (T.8 à T.15). Deste modo, adotou-se a seguinte estratégia dividida em etapas:

- 1º. Executar as etapas de construção civil, montagem e lançamento dos cabos em 2 grande frentes de trabalho, sendo 1 para cada trecho (ver Figura 1).
- 2º. Energizar o trecho 2, por estar em paralelo com a linha existente.
- 3º. Conectar o trecho 1, ao trecho 2 liberando em caráter definitivo a linha, ou seja, em operação,

Devido ao trecho 2 está paralelo a linha existente, fez-se necessário, principalmente durante as etapas de lançamento de cabos, intervenções no sistema com desligamentos da linha mais próximas, sempre seguindo a avaliação dos centros de operação da distribuidora a fim de obter o menor impacto para os cliente. Em suma, nesse trecho os trabalhos foram planejados e executados sem a necessidade de desenergização de clientes.

No trecho 1, diferentemente do outro trecho, não houve interferência, porém fez-se necessário planejar e controlar os prazos dos serviços a fim de atender o cronograma de energização e transferência das linhas, cumprindo assim a data limite imposta pelo Comitê Organizador das Olimpíadas.

Após conclusão das montagens e lançamentos de ambos os trechos, o segundo desafio do empreendimento levou a equipe do projeto a desenvolver planos de trabalhos arrojados, em vista a segurança e o tempo de trabalho, pois fazia-se necessário a transferência das linhas mantendo todas as 6 subestação envolvidas energizadas e em plena operação.

O trabalho de energização da nova linha, em caráter definitivo e em plena carga de ambos os circuitos, ocorreram em 20 dias corridos, sem problemas técnicos nos testes para energização e sem nenhuma falha ou acidente.

6.0 - CONCLUSÃO

Este projeto teve como grande objetivo atender as necessidades energéticas da Rio 2016, porém agregou também enorme conhecimento técnico e experiência para toda a equipe do projeto, bem como apresentou a Light tecnologias importantes para aumentar a agilidade e a qualidade dos serviços de construção e manutenção de linhas 138 kV.

As aplicações e soluções tomadas foram decisivas para o cumprimento do prazo imposto pelo Comitê Organizador das Olimpíadas, porém é prudente afirmar que para casos onde o tempo não é crucial para o empreendimento, é válido a avaliação das estratégias e das metodologias de construção, pois a utilização destes equipamentos não convencionais poderão inviabilizar financeiramente o projeto, caso utilizados sem a devida administração.

Sobre a opção de separação das 6 subestações, ficou comprovado durante os jogos olímpicos a sua necessidade, pois a linha antiga sofreu 1 desarme durante a cerimônia de encerramento dos jogos, devido as condições de climáticas e de carga do sistema. Mesmo assim, devido a esta nova linha construída dentro do prazo e com alta capacidade de transmissão de energia, obteve-se sucesso durante os jogos olímpicos do Rio 2016, não havendo registro de falhas no atendimento do Parque Olímpico nem o Centro de Mídia.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Light S.E.S.A, Habtec, Estudo Ambiental para Instalação da Linha de Distribuição de Alta Tensão Jacarepaguá – Curicica – Parque Estadual da Pedra Branca, Outubro de 2014, Rio de Janeiro – Brasil.
- (2) Light S.E.S.A, SELT Engenharia, RS Engenharia, Cálculo do Carregamento Mecânico das Torres, Julho de 2016, Rio de Janeiro – Brasil.
- (3) INEA RJ, Guia de Trilhas – Parque Estadual da Pedra Branca, 2013 – Rio de Janeiro – Brasil.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



- João Paulo Carvalho Corrêa
- Vitória, ES – 27 anos – 1990;
- Graduação em Engenharia Elétrica pela UFF em 2014;
- Possui 3 anos de experiência em gerenciamento de projetos de linhas e subestações em 138 kV, sendo os 3 anos na Light como Engenheiro de Campo.



- Fábio Junior Neves
- Nascido em Itaperuna, RJ, em 06 de Março de 1978;
- Graduação em Engenharia elétrica pela Universidade Veiga de Almeida – 2010;
- Pós-graduação MBA em Gestão Estratégica da Produção e Manutenção pela Universidade Federal Fluminense (UFF) – 2013;
- Empresa LIGHT SESA, atuação na Manutenção de Linha Alta Tensão no período de 1998 a 2011. Atualmente Engenheiro de campo, atuando desde 2011 no licenciamento, orçamento, projeto, contratação, gerenciamento da obra e cadastro de ativos.



- Filipe Marques Pereira
- Rio de Janeiro - 33 anos – 1984;
- Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Veiga de Almeida em 2011;
- Especialização em Sistemas de Energia – Distribuição / Geração pela COPPE – UFRJ em 2016;
- Atuação na construção da Alta Tensão no período de 2010 a 2016. Atualmente coordena a área de projetos e construções de Linhas de transmissão aéreas e subterrâneas em 138 kV da LIGHT Serviços de Eletricidade S.A.



- Fernando Márcio Oliveira Rodrigues
- Niterói, RJ – 38 anos – 1978;
- Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal Fluminense em 2006;
- Especialização em Engenharia de Manutenção pela COPPE – UFRJ em 2013;
- Atuação na Manutenção de Alta Tensão no período de 2005 a 2015. Atualmente gerencia a área de construção de Alta Tensão da LIGHT Serviços de Eletricidade S.A.