



# XXIII SNPTEE SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

FI/GEC/12  
18 a 21 de Outubro de 2015  
Foz do Iguaçu - PR

## **GRUPO – XVI**

GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS EMPRESARIAIS E GESTÃO CORPORATIVA - GEC

## DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS TECNOLÓGICOS PARA O SETOR ELÉTRICO: UMA ABORDAGEM PARA QUALIDADE EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS

**Maurissoine Ferreira Guimarães (\*)** **CEMIG D** **Carlos Alexandre M. Nascimento** **CEMIG D**

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar uma abordagem prática para o gerenciamento da qualidade no desenvolvimento de novos produtos para o Setor Elétrico Nacional, utilizando o consagrado Guia de Conhecimento para Gerenciamento de Projetos - PMBOK e referências modernas em gerenciamento da qualidade. A metodologia é exemplificada com um caso real de um projeto do Programa de P&D ANEEL do Setor Elétrico. O foco desse projeto de P&D foi o desenvolvimento de um sistema de monitoramento térmico denominado SOMLS - Sistema Óptico de Monitoramento de Linhas Subterrâneas, implantado em uma linha de transmissão subterrânea de 138 kV da Cemig.

## PALAVRAS-CHAVE

Pesquisa e Desenvolvimento, P&D ANEEL, Gerenciamento de Projetos, Gerenciamento de Qualidade, PMBOK.

## 1.0 - INTRODUÇÃO

Entre as formas de se medir o grau de desenvolvimento de uma economia estão: (i) a produção tecnológica e geração de novas patentes e (ii) sua capacidade de integração na indústria de produtos e serviços. Atualmente o Programa Anual de Pesquisa e Desenvolvimento, regulamentado pela ANEEL e criado a partir do advento da Lei Federal N° 9.991/2000, é, pelo lado das concessionárias, o principal programa formal para a transformação de ideias em produtos inovadores no Setor Elétrico Nacional. No *Manual de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Elétrico* (1), a ANEEL define as atividades que se enquadram em pesquisa e desenvolvimento e inovação. Embora traga diretrizes para definição de temas preferenciais, linhas de pesquisa e projetos no âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Elétrico - P&D ANEEL, o manual de P&D constitui-se ponto de partida e referencial para formulação dos projetos, não sendo, todavia, garantia de sucesso e aceitação dos produtos dos projetos para pleno alcance dos objetivos do programa ANEEL.

No desenvolvimento de novos produtos tecnológicos há, em relação a projetos de outra natureza, um maior número de riscos desconhecidos, na medida do grau de originalidade, ineditismo, complexidade e arrojo dos projetos. Entre esses fatores de risco, a qualidade aparece normalmente como fator impactante nos resultados do projeto, o que indica a necessidade de se avaliar uma resposta adequada para minimizar ou eliminar o impacto do risco associado à qualidade.

Para alcançar melhores resultados em um desenvolvimento tecnológico -- ou em qualquer outra iniciativa -- deve ser observado o alinhamento das características e requisitos do produto ou resultado do projeto com as necessidades mais importantes do cliente e/ou usuário (2). Como partes interessadas, os clientes devem ser plenamente identificados e priorizados.

O fenômeno do gerenciamento da qualidade em projetos de P&D é um assunto ainda relativamente pouco explorado no Brasil, face ao baixo investimento realizado em programas de pesquisa e desenvolvimento de produtos quando comparado a outras nações. No momento em que o Brasil urge alavancar o crescimento via aumento de competitividade e inovação, discussões sobre o tema qualidade e desenvolvimento de novos produtos são bastante oportunas. A motivação deste trabalho parte justamente da necessidade de se discutir o aprimoramento da qualidade dos resultados dos projetos de P&D, em parte fruto da experiência de projetos executados e, em parte, como evolução natural advinda do processo de melhoria e aprendizado contínuos.

## 2.0 - GERENCIAMENTO DA QUALIDADE EM PROJETOS DE P&D

### 2.1 Abordagens do gerenciamento da qualidade

Não há uma única definição para qualidade, a qual depende da orientação ou abordagem adotada (3), como também não há um único modelo para gerenciamento da qualidade e de projetos. Modernamente, a qualidade e seu gerenciamento estão associados aos modelos de busca de eficiência e eficácia, expressos nos sistemas de qualidade, tal como Modelos de Excelência da Gestão – MEG, Sistemas ISO entre outros modelos. Em gerenciamento de projetos, é útil entender o conceito de qualidade como grau com que um conjunto de características inerentes atende aos requisitos (4); ou dito de forma distinta: a qualidade deve incluir a totalidade das funcionalidades e características inerentes associadas ao produto, de forma a atender às expectativas ou satisfazer as necessidades estabelecidas, os requisitos ou as especificações (5).

Tradicionalmente, a qualidade num projeto é tratada considerando a aplicação da tríplice restrição: tomando três fatores preponderantes no controle do gerenciamento (como escopo, tempo e custo, por exemplo), o quarto fator (a qualidade) será consequência da conjunção dos fatores ou elementos condicionantes, conforme ilustrado na Figura 1- (a).

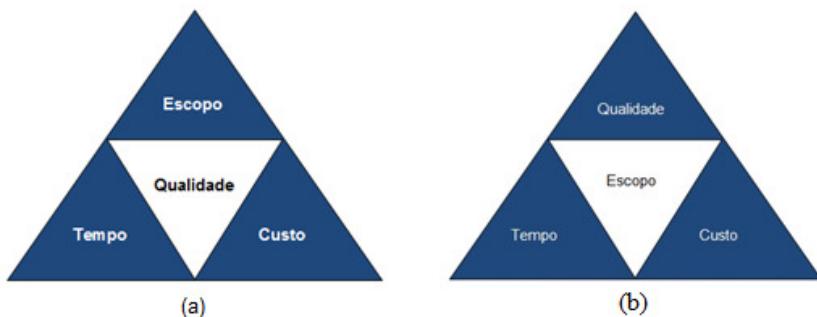


FIGURA 11 – Tríplice restrição: (a) abordagem tradicional e (b) orientação à qualidade

### 2.2 Planejamento da qualidade

Os processos que sustentam a execução de um projeto de P&D devem ter seus parâmetros de qualidade definidos dentro de uma visão sistêmica, expressão da direção desejada pela organização em relação à qualidade e de sua estratégia de sobrevivência. O primeiro passo para melhoria da qualidade dos resultados do projeto passa pela adoção da prática de elaboração do planejamento de qualidade. Nesta abordagem, os projetos de P&D podem ser orientados pela qualidade (6), tendo o fator custo, tempo ou escopo como fator resultante da tríplice restrição, conforme ilustração da Figura 1- (b).

Tornar a qualidade fator orientador do projeto não significa que o custo possa se elevar continuamente ou que a duração seja indefinida. Sempre há restrições de tempo e custo. Na prática, o patrocinador do projeto pode autorizar maior alocação de recursos para acobertar custos com processos de qualidade, contingências associadas ao risco do produto do projeto, alterações de escopo ou prazos maiores, visando o alcance dos objetivos traçados para o projeto de P&D. Ademais, não é raro que um desenvolvimento possa abranger vários projetos encadeados, com iniciativas que vão da pesquisa básica até projetos de inserção no mercado. Por outro lado, comprovada a inviabilidade da ideia em desenvolvimento, o projeto deveria, em princípio, ser descontinuado.

Sendo o fator qualidade direcionador na tríplice restrição, deve-se lançar mão do ferramental de qualidade necessário para delinear o *design* e funcionalidades do produto atento às restrições impostas às demais áreas do gerenciamento. Ferramentas como técnica *Delphi*, *Brainstorm*, Análise de Valor, opinião especializada entre outras (5) são de grande utilidade para desdobramento das necessidades em requisitos e características necessárias e desejáveis no produto do projeto. Não raro essa definição de funcionalidades do produto envolve *trade-off* entre requisitos e necessidades divergentes.

### 2.3 Roteiro para um plano de qualidade

O desenvolvimento de um plano de gerenciamento de qualidade envolve quatro elementos básicos (7):

- a) Conhecer a política da qualidade: expressa a direção desejada da organização em relação à qualidade.
- b) Determinar o responsável: pode envolver a infraestrutura organizacional, não se limitando à figura do gerente do projeto. Todos os participantes nas diversas cadeias do processo podem ser envolvidos.
- c) Estabelecer metas de desempenho, incluindo definições operacionais e indo além da descrição genérica da necessidade.
- d) Lançar mão dos processos, recursos e normas relevantes para alcance das metas. O caminho não é único para se chegar a uma solução.

Esses elementos do planejamento da qualidade se desdobram nas seguintes etapas (7):

- a) Identificação dos clientes: é essencial conhecer o cliente do produto, do contrário não se pode atender a nenhuma expectativa ou, na melhor das hipóteses, encontrar uma solução para um problema que não existe.
- b) Priorização dos clientes: dada a limitação de recursos, é imprescindível focar em alguns clientes. Para tal, deve-se analisar a importância relativa entre os clientes, na óptica do avaliador.
- c) Identificação das necessidades: é necessário esclarecer quais são as demandas e necessidades dos clientes, indo além da descrição genérica.
- d) Priorização das necessidades: nem todas as necessidades são iguais, assim como nem todos os clientes são iguais. É necessário priorizar as necessidades mais prementes. Para tal tarefa, o uso da matriz "L", ilustrado no item 3.1.2, é uma ferramenta que tem sido utilizada com eficácia.
- e) Balanceamento de necessidades e clientes: permite uma priorização balanceada de clientes e necessidades, como resultado calculado de ponderação destes dois elementos.
- f) Desenvolvimento das especificações: as especificações são o detalhamento das necessidades, sendo usual a utilização de normas técnicas.
- g) Garantia da qualidade: garantir a qualidade significa checar a performance do projeto vis-à-vis o planejamento. Implica em testar operacionalmente o produto ou serviço do projeto com uma métrica apropriada para avaliar os dados.
- h) Controle da qualidade: o controle da qualidade refere-se à preocupação dada ao monitoramento dos resultados específicos do projeto, checando se os mesmos estão aderentes aos padrões de qualidade estabelecidos, identificando formas de eliminar resultados não satisfatórios.
- i) Melhoria da qualidade: trata-se da melhoria contínua via ciclos PDCA.
- j) Desenvolver o plano de gerenciamento da qualidade conforme boas práticas do guia PMBOK.

## 3.0 - UM ESTUDO DE CASO: SOMLS - SISTEMA DE MONITORAMENTO ÓPTICO DE LINHAS SUBTERRÂNEAS

### 3.1 Projeto P&D D297

O projeto P&D D297 teve como escopo o desenvolvimento de um sistema óptico inovador para monitoramento em tempo real do carregamento térmico de sistemas subterrâneos de energia elétrica, resultado de uma parceria entre Cemig D e CPqD (8; 9). Os objetivos almejados no projeto foram:

1. Desenvolvimento de um sistema óptico para monitoramento em tempo real do carregamento térmico de condutores subterrâneos de energia elétrica. O sistema é composto, basicamente, por uma rede de sensores FBG (*Fiber Bragg Grating*) distribuídos, um sistema de aquisição de dados e um sistema computacional.
2. Desenvolvimento de dispositivos sensores ópticos de temperatura, utilizando tecnologia de sensores FBG para a aplicação em cabos condutores subterrâneos e implementação de uma rede de sensores ópticos para monitoramento térmico.
3. Validação do protótipo do sistema óptico para monitoramento em tempo real do carregamento térmico de condutores subterrâneos em teste de campo. Para este objetivo foi montado um protótipo do sistema.
4. Montagem de bancada de testes para compartilhamento de infraestrutura entre comunicação em banda larga e o monitoramento de ativos em uma mesma fibra óptica.

#### 3.1.1 Identificação dos clientes

Segundo o roteiro indicado no item 2.3, os clientes do produto do projeto D297 foram identificados e priorizados. Clientes mapeados no projeto D297:

- Cliente 1: ANEEL - responsável pela regulação dos programas de P&D;
- Cliente 2: Mercado e Regulação - trata dos aspectos mercadológicos e regulatórios no âmbito da empresa;
- Cliente 3: Operação e Manutenção - responsável pela O&M dos ativos e sistemas de distribuição;

- Cliente 4: Projeto e Engenharia - responsável pela definição e especificações dos sistemas e redes;
- Cliente 5: Planejamento - responsável pela definição do plano de expansão.

### 3.1.2 Priorização de clientes

A matriz “L” é uma ferramenta útil para auxiliar na tarefa de priorização dos clientes (7). Os valores atribuídos aos elementos da matriz são pesos dentro de uma escala de importância relativa clientes. Nessa matriz os elementos fora da diagonal  $L_{ij}$  são valores inversos do elemento  $L_{ji}$ . Assim:

$$L_{ij} = (L_{ji})^{-1} = x, \text{ sendo } x \in \{1 : \text{baixa importância; } 5 : \text{média importância; } 10 : \text{alta importância}\}.$$

A matriz “L” permite uma avaliação numérica da importância relativa dos clientes do produto do projeto. A última coluna indica uma escala de priorização relativa dos clientes.

Para o caso exemplo do P&D 297, a priorização está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Matriz “L” de priorização de clientes

Priorização dos clientes	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 5	Total da linha	Valor decimal relativo = total da linha ÷ total geral
Cliente 1		10	1	5	5	21,0	0,390
Cliente 2	1/10		1/10	1	1	2,2	0,041
Cliente 3	1	10		5	10	26,0	0,482
Cliente 4	1/5	1	1/5		1	2,4	0,045
Cliente 5	1/5	1	1/10	1		2,3	0,043
Total Geral						53,9	

Tabela 2 – Matriz “L” para priorização de necessidades:  
Cliente 3 - Operação & Manutenção

Priorização das necessidades (Cliente 3)	Necessidade 1	Necessidade 2	Necessidade 3	Necessidade 4	Necessidade 5	Total da linha	Valor decimal relativo = total da linha ÷ total geral
Necessidade 1		1	5	5	1	12,0	0,306
Necessidade 2	1		5	5	1	12,0	0,306
Necessidade 3	1/5	1/5		5	1	6,4	0,163
Necessidade 4	1/5	1/5	1/5		1/5	0,8	0,020
Necessidade 5	1	1	1	5		8,0	0,204
Total Geral						39,2	

### 3.1.3 Identificação das necessidades

Assim como os clientes, as necessidades devem ser mapeadas e priorizadas. Necessidades mapeadas no caso estudado:

- Necessidade 1: garantir a disponibilidade e integridade dos ativos de distribuição de energia;
- Necessidade 2: garantir a continuidade do fornecimento de energia elétrica;
- Necessidade 3: induzir uma inovação no setor elétrico;
- Necessidade 4: estender a vida útil dos ativos de distribuição de energia;
- Necessidade 5: garantir o retorno financeiro do investimento.

A Tabela 2 mostra a priorização para a necessidade denominada Cliente 3 - Operação e Manutenção. Deve haver uma tabela de priorização de clientes para cada necessidade mapeada.

#### 3.1.4 Priorização balanceada das necessidades

Por fim, após elaborar Matriz “L” para priorização de necessidades para cada cliente, elabora-se a matriz balanceada de necessidades, a qual indica a importância relativa de cada necessidade e qual deve ser priorizada no projeto, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Priorização balanceada das necessidades

Priorização balanceada das necessidades	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 5	Total da linha
Necessidade 1	$0,390 \times 0,072 = 0,072$	$0,041 \times 0,245 = 0,104$	$0,482 \times 0,371 = 0,095$	$0,045 \times 0,306 = 0,001$	$0,043 \times 0,222 = 0,091$	0,363
Necessidade 2	$0,390 \times 0,335 = 0,131$	$0,041 \times 0,347 = 0,014$	$0,482 \times 0,371 = 0,179$	$0,045 \times 0,306 = 0,014$	$0,043 \times 0,222 = 0,009$	0,347
Necessidade 3	$0,390 \times 0,352 = 0,137$	$0,041 \times 0,031 = 0,001$	$0,482 \times 0,048 = 0,023$	$0,045 \times 0,163 = 0,007$	$0,043 \times 0,127 = 0,005$	0,174
Necessidade 4	$0,390 \times 0,025 = 0,010$	$0,041 \times 0,031 = 0,001$	$0,482 \times 0,140 = 0,067$	$0,045 \times 0,020 = 0,001$	$0,043 \times 0,014 = 0,001$	0,080
Necessidade 5	$0,390 \times 0,104 = 0,041$	$0,041 \times 0,347 = 0,014$	$0,482 \times 0,070 = 0,034$	$0,045 \times 0,204 = 0,009$	$0,043 \times 0,416 = 0,018$	0,115

Priorização de necessidades estabelecida para o exemplo:

- Prioridade 1: Garantir a disponibilidade e integridade dos ativos de distribuição;
- Prioridade 2: Garantir a continuidade do fornecimento de energia elétrica;
- Prioridade 3: Induzir a inovação no setor elétrico;
- Prioridade 4: Estender a vida útil dos ativos de distribuição de energia.
- Prioridade 5: Garantir o retorno financeiro do investimento;

#### 3.1.5 Desenvolvimento de especificações e controle da qualidade

Para cada necessidade priorizada e incluída no produto devem ser desenvolvidas especificações detalhadas, indo além de uma mera descrição genérica. As especificações devem cobrir as condições funcionais, operacionais, dimensionais etc. Como exemplo para a necessidade priorizada “Garantir confiabilidade e disponibilidade dos ativos de distribuição de energia”, a informação de temperatura é utilizada para analisar a condição de estresse térmico dos condutores. Assim, a definição operacional incluir a amostragem da temperatura de operação dos condutores da linha subterrânea de distribuição. Na **Figura 2** são apresentadas as especificações do sensor de temperatura em FGB a título de exemplo (Figura 2). As especificações devem cobrir todos os elementos da arquitetura estabelecida para a solução.



Figura 2 – Sensor de temperatura óptico em FGB (*Fiber Bragg Grating*)

Tabela 3 - Especificações do sensor FGB

Faixa de trabalho	-50 ~ +120 °C
Resolução	0,1°C (padrão)
Precisão	+/- 0,3°C (padrão)
Dimensões (mm)	10 x 40 x 6 (padrão)
Material	PTFE (Teflon)
Diâmetro do condutor a ser monitorado	50 ~ +200 mm

É importante definir para cada necessidade as ações de garantia da qualidade. Partindo de uma definição operacional e metas de qualidade, provê-se um indicador ou uma grandeza para mensuração. Por exemplo, para o sensor pode ser a medida de disponibilidade do sistema de monitoramento óptico dado ou MTBF (*Mean Time Between Failure*) ; para o ativo monitorado, pode ser utilizado o número de horas fora de serviço por falhas. Devem ser considerado, para essa atividade, normas, especificações e procedimentos aplicáveis.

### 3.1.6 Sistema da melhoria da qualidade do produto

O ciclo PDCA é uma ferramenta útil para promoção da melhoria da qualidade do produto do projeto e a melhoria da performance operacional de forma continuada. Na fase de planejamento do produto, devem ser definidos os desvios máximos aceitáveis para aplicação da situação, bem como definir os métodos para se atingir essa meta. Caso haja alteração de requisitos do produto, deve-se realizar os ajustes necessários e proceder à aplicação de novo ciclo de melhoria.

### 3.1.7 Sistema de controle de mudanças da qualidade

Em projetos de P&D, muitas vezes os resultados são imprevisíveis em função de riscos desconhecidos. Entretanto, deve ser implantado um sistema de controle de mudança de qualidade (6). Todas as solicitações de mudança que impactam a tríplice restrição (custo, escopo, tempo, qualidade ou outros) deverão ser tratados e seus resultados devem ser registrados e comunicados. As alterações devem ser negociadas e formalmente aceitas pelas partes envolvidas na execução do projeto.

## 4.0 - CONSIDERAÇÕES SOBRE QUALIDADE DO SOMLS

Em um projeto de P&D para desenvolvimento de novo produto tecnológico, há uma série de etapas críticas (como especificação, *design*, prototipagem e testes exaustivos) até que se alcance a qualidade necessária para aplicação do produto. O trabalho de validação é exaustivo, demanda recursos, mas é indispensável para assegurar segurança, confiabilidade e demais requisitos do produto, sobretudo, para que se possa alcançar os resultados e benefícios esperados.

A seguir são apresentados exemplos de como foram executadas etapas do desenvolvimento considerando os processos de qualidade do produto do projeto. As etapas envolvem planejamento, garantia e controle da qualidade, conforme preconizado pelas práticas do PMBOK e do ciclo de desenvolvimento do produto do projeto.

### 4.1 *Design* - Projeto do produto

No *design*<sup>1</sup> do produto foram estudadas as soluções técnicas para o acoplamento dos sensores ópticos de temperatura nos cabos condutores, conforme necessidade inicialmente prevista no projeto. Foram identificadas as características das infraestruturas subterrâneas das linhas em campo (*survey*), bem como as características dos cabos condutores utilizados, com o objetivo de desenvolver o “encapsulamento mecânico” dos sensores e auxiliar na definição dos pontos mais adequados para posteriormente realizar a instalação.



Figura 3 – Ilustração do protótipo final do dispositivo de acoplamento do sensor FGB

<sup>1</sup> Em Português o termo projeto refere-se tanto a projetos dentro do conceito PMBOK quanto ao desenho ou *design* de um produto. Para maior clareza, foi utilizado o termo *design* para referir-se à atividade de desenho da solução ou projeto do produto.

Foram estruturadas propostas de modelos conceituais para o design pretendido, visando orientar o desenvolvimento de soluções para atender aos requisitos. Foram utilizadas ferramentas CAD para aprimorar o projeto do produto até sua versão final (Figura 3).

#### 4.2 Prototipagem

Para obtenção de melhores resultados, foram utilizados recursos de impressão 3D para prototipagem do sensor. Para maior versatilidade em campo, o produto foi desenhado para se ajustar a diversos diâmetros de cabos, bem como garantir a proteção necessária ao sensor óptico. Tais características derivaram de requisitos estabelecidos previamente nas especificações.

#### 4.3 Ensaios, testes e instalação em campo

Os sensores ópticos de temperatura foram testados em câmara climática, ilustrado na Figura 4 - (a). Com isso foi possível controlar e medir as temperaturas e, assim, realizar a calibração do sensor. O protótipo do dispositivo de acoplamento do sensor FGB foi, também, testado em laboratório com um ensaio de injeção de corrente nominal do cabo, com objetivo de averiguar a resposta do sensor FBG às variações da temperatura na superfície externa da capa do cabo subterrâneo, simulando aplicação real de uma linha de transmissão, conforme Figura 4 - (b).

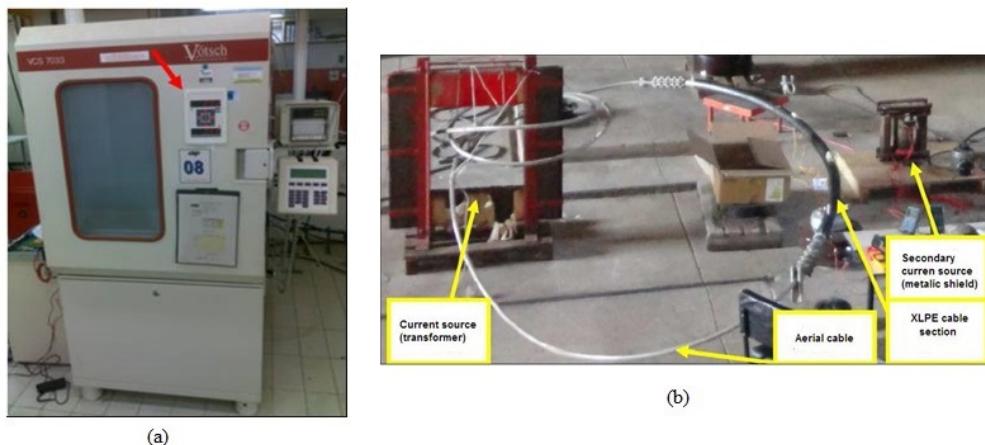


Figura 4 – Arranjo para teste do sensor e câmara climática (a) e ensaio de injeção de corrente nominal (b)

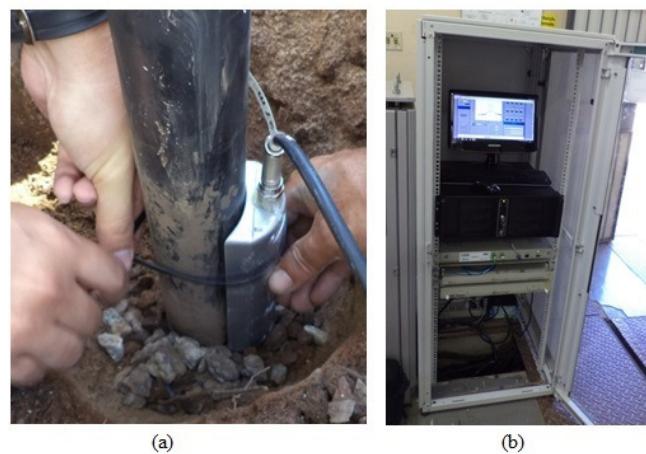


Figura 5 – Sensor sendo instalado para teste em campo (a); sistema de aquisição de dados (b)

Após instalação em campo (Figura 5) e para comprovar seu funcionamento, o sistema foi testado para aquisição de medições dos sensores ópticos de temperatura instalados em cabos subterrâneos. A Figura 6 apresenta medições realizadas num período de teste. Durante a etapa operacional foram feitos ajustes na calibração do sensor para corrigir desvios nos padrões de medição, o que exemplifica o processo de melhoria da qualidade.

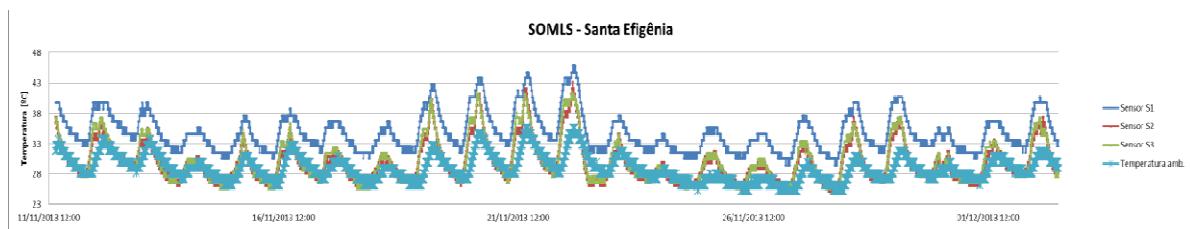


Figura 6 – Dados de medições realizadas com o SOMLS

## 5.0 - CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi descrever e avaliar uma abordagem para o gerenciamento da qualidade no desenvolvimento de novos produtos, utilizando um projeto de P&D para apresentar alguns resultados práticos derivados da aplicação da metodologia. A elaboração de um plano de gerenciamento da qualidade deve evidenciar a priorização de clientes e suas necessidades mais relevantes. Os requisitos do produto devem ser explicitados, devendo ir além de uma descrição genérica. Pode-se afirmar que gerenciar projetos de P&D orientados pela qualidade é uma abordagem válida e útil, considerando que planejamento da qualidade deve ser o norteador nas definições de qualquer projeto de sucesso.

## 6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). (2012). Manual para elaboração de programas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico brasileiro. Brasília - DF, Brasil.
- (2) LOBATO, D. M., MOYSÉS FILHO, J., TORRES, M. C., & RODRIGUES, M. R. (2009). Estratégia de empresas. FGV. Rio de Janeiro - RJ.
- (3) GAVIN, D. A. (1996). Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro - RJ.
- (4) PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. (2013). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide) (Fifth Edition). Pennsylvania.
- (5) OGC. (2011). Gerenciando projetos de sucesso com PRINCE2. Norwich, Reino Unido.
- (6) GUIMARÃES, M. F. Gerenciamento da Qualidade em Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor Elétrico Brasileiro: Um Estudo de Caso. Fundação Getulio Vargas. Trabalho de Conclusão de Curso. Belo Horizonte - MG. 2014.
- (7) VALLE, A. B. (2012). Gerenciamento da qualidade em projetos. FGV Management. Belo Horizonte.
- (8) GUIMARÃES, M. F., NASCIMENTO, C. A. M., HORTÊNCIO, C. A., COSTA, E., F., ZANDONAY, R., AYRES NETO, J.B.M., PERES, R. C., FONSECA, E., REIS, C.C. SOMLS - Sistema Óptico de Monitoramento de Linhas Subterrâneas. In: XXII - SNPTEE, Brasília - DF, 2013.
- (9) GUIMARÃES, M. F., NASCIMENTO, C. A. M., ZANDONAY, R., AYRES NETO, J. B. M., HORTÊNCIO, C. A. Uso Compartilhado de Fibras Ópticas do Cabo OPGW para Telecomunicações e Redes de Sensores In: XXII - SNPTEE, Brasília - DF, 2013.

## 7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



**Maurissone Ferreira Guimarães** (1976) é natural de Guanhães - MG; é engenheiro da CEMIG. Possui graduação (2001) e mestrado (2003), ambos em Engenharia Elétrica pela UFMG; possui MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getulio Vargas - FGV (2014). Maiores detalhes podem ser vistos em seu CV Lattes.

**Carlos Alexandre M. Do Nascimento** (1968) é natural de Conselheiro Lafaiete - MG; é engenheiro da CEMIG. Mestre (1999) e Doutor (2009) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Mecânica da UFMG. Maiores detalhes podem ser vistos em seu CV Lattes.