



## **INOVAÇÃO NO ENSINO/APRENDIZADO DE TERMODINÂMICA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS POR MEIO DO ESTUDO DA DILATAÇÃO TÉRMICA DOS CABOS DA REDE ELÉTRICA DE VITÓRIA DA CONQUISTA, BAHIA**

**Ana C. B. Santos** – anacarlabor8@gmail.com  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)  
Av. Amazonas, 3150, Zabelê  
45030-220 – Vitória da Conquista – Bahia

**Samella G. Pereira** – samella.gp@outlook.com  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)  
Av. Amazonas, 3150, Zabelê  
45030-220 – Vitória da Conquista – Bahia

**Sara C. Oliveira** – saracarvalho.engcivil@gmail.com  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)  
Av. Amazonas, 3150, Zabelê  
45030-220 – Vitória da Conquista – Bahia

**Daniela F. A. Santos** – danielleferraz.as@gmail.com  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)  
Av. Amazonas, 3150, Zabelê  
45030-220 – Vitória da Conquista – Bahia

**Danilo M. Pereira** – danilo.mourapereira@gmail.com  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)  
Av. Amazonas, 3150, Zabelê  
45030-220 – Vitória da Conquista – Bahia

**Orley M. Oliveira** – orley10estudo@yahoo.com.br  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)  
Av. Amazonas, 3150, Zabelê  
45030-220 – Vitória da Conquista – Bahia

**Resumo:** *O artigo constrói uma conexão entre ensino aprendizagem acerca das disciplinas relacionadas a termodinâmica e propriedades dos materiais pelo cálculo da dilatação dos cabos de redes elétricas aéreas de Vitória da Conquista quando submetidos à variação de temperatura da cidade, à partir dos dados fornecidos pela companhia responsável pela distribuição elétrica da cidade – COELBA, como didática de ensino*

Organização



Promoção





*lecionada nos cursos de Engenharia Civil e Elétrica no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Bahia, campus Vitória da Conquista.*

**Palavras-chave:** Engenharia elétrica, Ensino, Cabos elétricos, Dilatação.

## 1. INTRODUÇÃO

A matemática e a física farão parte tanto da vida acadêmica quanto profissional do estudante de engenharia, logo, o completo discernimento por parte dos discentes em determinada disciplina é essencial, uma vez que estes conhecimentos serão utilizados futuramente. Os problemas de cálculo são de difícil visualização, sobretudo para estudantes em início de curso, pois sua experiência prática do conteúdo ensinado é limitada. Anton, et al. (2007).

Uma reflexão quanto ao caráter de formação do aluno frente à forma de ensino do docente em engenharia na academia, faz-se necessário, visto que, nesta questão entram o modo de como está sucedendo a educação, nos sentidos de processo de formação profissional, que está centrada na transformação e construção do conhecimento do aluno, ou seja, como um treinamento para um profissional estritamente técnico. Libâneo pontua que:

...ações, passos e procedimentos vinculados ao método de reflexão, compreensão e transformação da realidade, que sob condições concretas de cada situação didática asseguram o encontro formativo entre o aluno e as matérias de ensino. (LIBÂNEO, 1994, p. 152).

Sandler assinala sobre métodos participativos que:

...levam o estudante a vivenciar situações propícias que possibilitam sua conversão em um ente ativo, criador, capaz de contribuir com o desenvolvimento do entorno social e sua própria autotransformação. (SANDLER, 2001, p. 25 apud DEL FIACO, 2005).

Para Bazzo; Pereira (1997), o sistema de ensino atual, está defasado e fadado à repetição pelo professor em sala de aula, e segundo o mesmo, o professor está pouco empenhado com a formação do discente; isso acarreta a deficiência na capacitação do aluno. Não obstante, o acesso a informação tem papel fundamental na vida acadêmica, enquanto comedida, visando o fundamento da utilização de teorias, contudo, esse não pode ser o objetivo principal do processo educativo.

Para Rodrigues; Michels; Ansuji (2007), o ensino tradicional de engenharia está pautado na transmissão de conhecimento, por parte do professor, que ocupa o papel principal no processo de ensino e aprendizagem. Dentre as habilidades do docente estão a oratória, articulação lógica e utilização de outros meios de expressão, para síntese ou análise de um determinado assunto. As formas tradicionais de ensino aprendizagem são inadequadas como principal método de transmissão de conhecimentos.

Organização



Promoção





Sendo assim, como postulou Menestrina; Bazzo (2007), o incentivo às atividades como iniciação científica, ações de extensão, projetos multidisciplinares, visitas técnicas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos e maquetes, monitorias, participação em empresas juniores e diferentes ações de empreendedoras, são exemplos de ensino-aprendizagem que destoam do ensino à sala de aula.

As disciplinas cujo método de ensino inicia a vida dos acadêmicos na pesquisa científica, permite que o mesmo obtenha mais conhecimento sobre determinado assunto, estimula a elaboração de pesquisas, a coleta, validação e interpretação de dados, bem como a sintetização dos assuntos para posterior análise laboratorial que fomentam a produção de relatórios.

Diante disso, fez-se um trabalho com iniciativa de melhoria nas práticas pedagógicas de ensino, visando enquadrar – os conceitos ministrados acerca da termodinâmica e propriedades dos materiais lecionados aos discentes em Física II e Introdução à Ciência dos Materiais, nos cursos de engenharia civil e elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, campus Vitória da Conquista – dentro da conjuntura educacional explicitada pelos autores acima. Ademais, foi feita uma correlação entre o cálculo de dimensionamento da dilatação em uma situação real e os efeitos dessa otimização de material para o bem-estar da população de Vitória de Conquista. Esse estudo confere ao aluno um perfil profissional mais amplo e eficaz para a sua atuação como engenheiro.

## **2. APLICAÇÃO DOS CONCEITOS ENSINADOS EM TERMODINÂMICA E INTRODUÇÃO À CIÊNCIA DOS MATERIAIS**

Os estudos de termodinâmica e da natureza dos materiais que foram lecionados na academia despertou o interesse em descobrir tecnologias existentes que utilizam dessa mesma associação de conteúdo, permitindo ao discente um ensino/aprendizado mais amplo e aprofundado. Esse despertar rendeu como fruto a pesquisa sobre a dilatação térmica dos cabos de fios da rede elétrica de Vitória da Conquista, Bahia. Essa iniciativa partiu da necessidade de inovação nos métodos de ensino, tendo em vista, que se torna cada vez mais eficaz a fixação de um conteúdo quando se entende que a pesquisa e extensão forma uma simbiose com o ensino, pois os três formam um conjunto bem mais abrangente de conhecimento a qualquer estudante, sobretudo um discente de engenharia. Essa tríade entre ensino, pesquisa e extensão faz parte do que é previsto perante as Diretrizes Curriculares de Engenharia no Brasil, que são regidas pela Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, na qual estipula:

Art. 4º A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais: I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia; VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas; XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Art. 5, § 2º Deverão também ser estimuladas atividades complementares, tais como trabalhos de

Organização



Promoção





iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras.

Art. 8, § 2º O Curso de Graduação em Engenharia deverá utilizar metodologias e critérios para acompanhamento e avaliação do processo ensino-aprendizagem e do próprio curso, em consonância com o sistema de avaliação e a dinâmica curricular definidos pela IES à qual pertence.

Pelas diretrizes curriculares, o engenheiro deve dotar-se de qualidades essenciais de interação entre suas habilidades ligadas à engenharia com a aplicação dos seus conhecimentos para o desenvolvimento social, visando a qualidade de vida e bem-estar da sociedade. Mas o que o estudo sobre a dilatação térmica de certo material se aproxima com qualidade de vida e questão social? Acontece que esse estudo possibilita justamente saber a ocorrência e quantidade de dilatação dos fios, bem como proporcionar a otimização dos sistemas de rede elétrica melhorando assim a qualidade de vida da população, evitando possíveis problemas futuros, por exemplo, conseguir evitar o desgaste dos fios, evitar suspensão no fornecimento de energia elétrica e possíveis acidentes de choques elétricos.

Portanto, é necessário inserir esses debates no ensino aprendizagem dos estudantes de engenharia, pois faz parte do perfil do engenheiro saber interpretar a ciência dos materiais envolvidos e suas aplicações dentro do contexto social em que ele está inserido. Essa prática pedagógica na academia é a principal fonte de conhecimento do discente para se alcançar além de atualização profissional, pensamento crítico, ético e social.

### 3. METODOLOGIA

Para investigar o ensino das disciplinas relacionadas a termodinâmica e ciência dos materiais nos cursos de engenharia elétrica e engenharia civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, campus Vitória da Conquista foi utilizado o modelo qualitativo de pesquisa como instrumento metodológico do presente artigo.

A abordagem qualitativa surgiu como promissora possibilidade de investigação (GODOY, 1995; NEVES, 1996), para Bardim (2008) pode ser entendido como procedimentos técnicos que analisam sistematicamente os objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, a dedução e a interpretação e, para Vergara (2008) é uma técnica para o tratamento de dados cujo principal objetivo é verificar o que se está dizendo a respeito de um determinado assunto a partir da análise da proposta sugerida na descrição ou preparação do material.

Diante disso, foram utilizados alguns dados fornecidos pela empresa responsável pela distribuição de energia elétrica da cidade de Vitória da Conquista, a Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia, a COELBA. Mediante ao pedido, informações necessárias para tornar possível este trabalho foram fornecidas, tais como: comprimento do vão, coeficiente da dilatação do material que constituem os cabos de redes elétricas

Organização



Promoção





aéreas, comprimento do cabo, e por fim as variações máximas e mínimas das temperaturas dos cabos fornecidas pelo fabricante.

#### 4. REDES ELÉTRICAS

Existem quatro tipos de rede de distribuição de energia elétrica; a rede de distribuição aérea convencional é o tipo de rede elétrica mais encontrada no Brasil, na qual os condutores são nus, ou seja, sem isolamento. Até os dias atuais, ainda não foi possível transmitir energia elétrica, de forma mais eficiente, ou ao menos economicamente viável, do que a transmissão via cabos de redes elétricas.

As grandes variações de temperatura ocasionam dilatação e contração nos fios de cabo de rede elétrica que estão suscetíveis ao ambiente, ao qual são expostos a uma série de solicitações mecânicas, internas e externas, as quais devem suportar adequadamente (SCHMIDT, 2011). Geralmente tais cabos são formados por alumínio e revestido por algum material cerâmico. Tradicionalmente, a aplicação dos condutores de alumínio é restrita à aplicação nas linhas de transmissão de energia, cabos de distribuição aérea e algumas utilizações na área de potência (DE PAULO, 2013).

Em geral a isolação, das quais distinguem-se a blindagem do condutor e blindagem da isolação, podem ser descritas como, respectivamente, constituída por materiais poliméricos com características semicondutoras com intuito de dar um acabamento circular além de preencher os espaços entre os fios, já a blindagem de isolação é geralmente constituída de uma parte semicondutora e outra metálica, formada de fios ou fitas de cobre, destinada a garantir uma distribuição radial e simétrica do campo elétrico, para que a solicitação seja uniforme (SCHMIDT, 2011).

No entanto, as características mecânicas também devem ser levadas em consideração, os esforços tais como: a tração, a compressão e a flexão. O cabo aéreo é submetido às variações climáticas do ambiente. Se um corpo for solicitado por uma força limite  $P_t$ , o que determina a taxa de ruptura do material é dado por

$$\sigma_t = P_t/S \quad (1)$$

Durante esse ensaio, o corpo de prova sofre um alongamento  $\Delta L$ , dando origem a um alongamento relativo  $\lambda$ , dado por

$$\lambda = \Delta L/L \quad (1)$$

Quando a temperatura de um corpo varia, variações de comprimento em cada uma de suas dimensões ocorrem nele. A variação de comprimento causada por temperatura é chamada de dilatação térmica linear. A mesma pode ser escrita como:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta t \quad (3)$$

Na qual podemos compreender  $L_0$  como o comprimento inicial do corpo,  $\alpha$  como o coeficiente de dilatação linear e  $\Delta t$  como a variação da temperatura (UFSM, 2009).

Organização



Promoção





## 5. CONDUTORES ELÉTRICOS

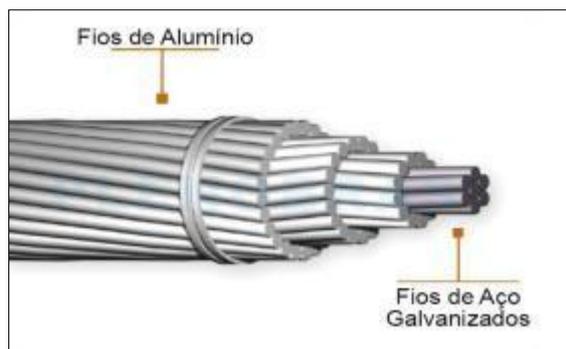
Antes de iniciar nossas considerações, convém recordar algumas características do metal em análise: a densidade do alumínio é de  $2,7 \text{ g/cm}^3$ ; Resistividade do alumínio é de  $28,3 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{km}$ .

O cabo CA (cabo de alumínio) é um cabo formado exclusivamente por fios de alumínio; o cabo CAA (cabos de alumínio nu com alma de aço) é um condutor encordado concêntrico composto de uma ou mais camadas (coroas) de fios de alumínio 1350 e pode ser fornecido em diversas classes de encordoamento e têmperas para melhor satisfazer as exigências da aplicação. (INDUSCABOS, 2011).

Quanto ao uso de tais cabos, em todos os casos de dimensionamento ou ensaio, há normas relativas ao material e quanto à sua utilização, do item de utilização de cabos em redes aéreas tem as normas: NBR 5111, NBR 5118, NBR 7270 e NBR 7271.

As normas que regulam a utilização do cabo CAA é a norma NBR 7270. Esta especifica as características a serem atendidas por cabos na rede, dotados de um esforço mecânico, para permitir o uso de vãos maiores entre os postes e torres de sustentação. Isto porque, tanto o cobre quanto o alumínio não são materiais que possuem uma resistência mecânica elevada, o que faz com que, não havendo a alma de aço, os vãos entre os postes e torres tenham de ser reduzidos, o que conseqüentemente encarecerá o custo de manutenção e instalação. (SCHIMIDT, 2011).

Figura 1. Cabo de alumínio com alma de aço



Fonte: Plenobras (2011)

## 6. CÁLCULO DA DILATAÇÃO DOS FIOS

Mesmo que o coeficiente de dilatação do alumínio ( $23 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$ ) seja maior que a do cobre ( $17 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$ ), e que a resistividade do cobre  $17,241 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$  seja menor que a do alumínio  $28,264 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$ , o alumínio ainda é o mais utilizado na condução aérea de energia elétrica urbana e rural. Isso se deve principalmente ao custo-benefício de se utilizar o alumínio, uma vez que ele é mais leve e mais barato. Enquanto o preço do cobre é em torno de R\$ 12,00/kg, o alumínio tem seu preço em torno de R\$ 3,00/kg, ou seja, o uso do alumínio é cerca de quatro vezes menor que a do cobre.

Além deste último, a densidade do cobre é  $8,89 \text{ g/cm}^3$  maior que a do alumínio  $2,703 \text{ g/cm}^3$ ; mesmo que o alumínio exija uma seção maior que a do cobre, o condutor de alumínio teria metade do peso do condutor de cobre. Normalmente, o uso do alumínio é restrito às linhas de transmissão de energia, cabos de distribuição aérea e outras aplicações em

Organização



Promoção





instalações de potência elevada (INDUSCABOS, 2011). Sendo assim, essas são as razões pelas quais o uso de alumínio é preferível na condução de energia elétrica em cabos de rede aérea.

Vitoria da Conquista é uma cidade baiana de porte médio e clima semi-árido e em algumas regiões, sub-úmido. A cidade detém de temperatura média anual de 20°C (JESUS, 2010), como a maioria dos municípios baianos. De acordo à COELBA, o comprimento do vão entre postes em áreas urbanas, como pré-determinado pela NBR – 5474, denominação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1985), é de 40 metros, enquanto os postes têm em média 11 metros de altura. Segundo a fabricante e fornecedora dos cabos de rede elétrica aérea à temperatura ambiente de 25°C, a temperatura em um condutor de cabo de rede elétrica aérea 4 CAA de alumínio é de 75°C, sabendo que a temperatura média às 12:00 horas da tarde em Vitória da Conquista é de 25°C, e que em horário de mínimo uso da rede. Sabendo que, a partir da 00:00 hora a temperatura no condutor é de 5°C à uma temperatura ambiente de 17°C, foram estimadas a dilatação e contração dos fios.

Utilizando a equação (3) foram calculadas a dilatação térmica dos cabos de rede elétrica aérea para a coroa de alumínio, não foram calculados a alma de aço pois ela não é submetida à temperatura externa. Com isso, sabendo que  $\Delta t = t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}$ , tem-se que:

$$\Delta L = (40 \text{ m}).(23 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}).(75^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C}) \quad (4)$$

$$\Delta L = 6,44 \text{ cm} \quad (5)$$

Ou seja, um cabo nu de alumínio contrai e dilata 64,44 mm quando submetido à variação de temperatura de 70°C em Vitória da Conquista. A fadiga de contração e alongamento causada no fio pode acarretar rompimento dos fios, e como consequência podem ocorrer acidentes, bem como quedas de energia e transtornos afins. No entanto, há uma preocupação da parte das companhias elétricas fornecedoras quanto a influência da dilatação térmica nas condições de energia.

Consultando o *datasheet* disponibilizado pelo fabricante sabe-se que a corrente máxima que o cabo suporta é em torno de 140 A, o cabo 4 CAA, possui resistência de 1,3560  $\Omega/\text{Km}$  em média, e a tração de ruptura de é em torno de 830 daN.

Tabela 1. Dimensionamento de um cabo de alumínio nu com alma de aço

Seção Nominal	Formação	Diâmetro (mm)	Massa (kg)
4 CAA	6 x 1	24,69	85,49

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a realização dos cálculos foram utilizados os conhecimentos adquiridos pelo ensino do conteúdo de termodinâmica, na disciplina de Física II e a disciplina de Introdução à Ciência dos Materiais. Os dados das variações extremas de temperatura na cidade, registradas em julho de 2016, foram fornecidos pela companhia elétrica da cidade (COELBA).

Os resultados demonstraram que a temperatura influencia significadamente no comportamento dos cabos. Quando questionada, a COELBA atestou que a folga do fio

Organização



Promoção





ou flecha é insignificante e desprezível, uma vez que os vãos são de quarenta metros. Contudo, a contração e dilatação dos fios podem ocasionar rompimento da rede causando vários transtornos de falta de energia e até mesmo perigo à população, devido a exposição a choques elétricos.

Nota-se que o cobre seria o material ideal em substituição ao alumínio, pois ele confere propriedades que garantem maior segurança e comodidade. Entretanto, o alumínio é economicamente mais viável às companhias elétricas em geral, e por isso, esse material é mais consumido do que o cobre para este fim.

Infelizmente, as companhias optam por escolherem materiais mais baratos porém menos eficientes, e não visam a qualidade, pois o material correto tem menos manutenção e conseqüentemente, proporcionaria economia futuramente. Esse tipo de visão só é possível quando se entende a importância de estudar a natureza e o comportamento dos materiais envolvidos em cada processo e qual o limite de capacidade de funcionamento ele pode fornecer. Todavia, é preciso realizar estudos melhores acerca da problemática, pois apesar disso, o uso do alumínio é aceitável mesmo que demande um seccionamento maior que o do cobre.

Diante disso, nota-se que essa prática pedagógica fornece ao aluno discente em engenharia participar da sua formação de educação em um âmbito de maior alcance, para além da sala de aula, e em razão disso motivá-lo a envolver os conhecimentos matemáticos adquiridos dentro do contexto econômico e social, para obter melhorias à população da sua cidade e posteriormente a todo lugar em que ele estiver trabalhando como profissional.

### *Agradecimentos*

Agradecemos a companhia responsável pelo fornecimento de energia elétrica COELBA que nos forneceu todo os dados e materiais necessários para realização deste trabalho. Ao nosso professor Orley Magalhães e ao IFBA pelo incentivo à pesquisa e extensão relacionando a práticas pedagógicas de inovação em ensino e aprendizagem.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALLCAB. **Cabos de alumínio ou de cobre?** Disponível em: <http://www.allcab.com.br/condutor-de-aluminio-ou-de-cobre/>. Acesso em 22 mai. 2017.  
ANTON, Howard; DAVIS, Stephen. Cálculo. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. 347 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7270** – Cabos de Alumínio Nus com Alma de Aço Zincado para Linhas Aéreas – Especificação. Rio de Janeiro: 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5111** – Fios de cobre nus, de seção circular, para fins elétricos - Especificação. Rio de Janeiro: 1997.

Organização



Promoção





ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5474** – Eletrônica e eletrotécnica – condutores elétricos. Rio de Janeiro: 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5471** – Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos - Método de ensaio. Rio de Janeiro: 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5118** – Fios de alumínio nu de seção circular para fins elétricos - Especificação. Rio de Janeiro: 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7171** – Cabos de Alumínio Nus para Linhas Aéreas - Especificação. Rio de Janeiro: 2009.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução à Engenharia**. 5ª edição. Florianópolis: Editora da UFSC, 1997.

GODOY, A. S. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, mai/jun, 1995.

DEL FIACO, J. L. M. **Métodos Participativos: Fundamentação teórica e um plano de aula para uma disciplina de Teoria Geral da Administração e a Teoria da Atividade**. Revista Administração. Ano 2, n. 2, 2005.

INDUSCABOS. **Cabo de alumínio nu CA**. Disponível em: <http://www.induscabos.com.br/wpcontent/uploads/pdf/aluminio/ALUMINIOBAIXATENSAOCABODEALUMINIONUCAASC.pdf>. Acesso em 22 mai. 2017.

JESUS, R. B. de. **Os recursos naturais e sua exploração na forma territorial do município de Vitória da Conquista – BA**. Enciclopédia Biosfera, Centro científico conhecer – Goiânia, Vol. 6, n.9, 2010.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

MIOTTO, C. M.; CARGNELUTTI, J.; MACHADO, V. M. **Aplicações das equações diferenciais na modelagem matemática da dilatação/contração térmica de cabos da rede elétrica**. In: I Semana da Matemática da UTFPR, Toledo, Paraná, 2013.

PAULO, J. J. A. De. **Condutor de alumínio ou de cobre?** Revista O Setor Elétrico, Edição de Fevereiro/2013. Disponível em: [www.allcab.com.br/condutor-de-aluminio-ou-de-cobre/](http://www.allcab.com.br/condutor-de-aluminio-ou-de-cobre/). Acesso em 22 mai. 2017.

RODRIGUES, C.R.; MICHELS, L.; ANSUJ, S. **O novo projeto pedagógico do curso de engenharia elétrica da Universidade Federal de Santa Maria**. In: Anais... XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. 2007.

Organização



Promoção



Joinville/SC – 26 a 29 de Setembro de 2017  
UDESC/UNISOCIESC  
“Inovação no Ensino/Aprendizagem em  
Engenharia”



**COBENGE 2017**  
XLV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

S. C VERGARA. **Revista de administração pública** 42 (4), 701-718, 2008. 36, 2008.

SCHMIDT, W. **Materiais elétricos: isolantes e magnéticos**. 2° ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1979.

SCHMIDT, W. **Materiais elétricos: aplicações**. São Paulo: Blucher. Volume 3, 2011.

UFSM. **Dilatação Térmica de Sólidos**. Disponível em:  
<http://coral.ufsm.br/gef/Calor/calor19>. Acesso em 22 mai. 2017.

**INNOVATION IN THE TEACHING / LEARNING OF THERMODYNAMICS  
AND SCIENCE OF MATERIALS THROUGH THE STUDY OF THE  
THERMAL DILATATION OF THE CABLES OF THE ELECTRICAL  
NETWORK OF VITÓRIA DA CONQUISTA, BAHIA**

**Abstract:** *The article build a connection between teaching learning about the disciplines related to thermodynamics and properties of materials by calculating the expansion of the cables of aerial electrical networks of Vitória da Conquista when submitted to the temperature variation of the city, based on the data provided by the company responsible for the distribution Of the city - COELBA, as teaching didactics taught in Civil and Electrical Engineering courses at the Federal Institute of Science and Technology of Bahia, campus Vitoria da Conquista.*

**Key-words:** *Electrical Engineering, Power Cables, Dilation.*

Organização



Promoção

