



**FEDERAL UNIVERSITY OF CEARÁ**  
**CENTER OF XXXXXXXXX**  
**DEPARTMENT OF XXXXXXXXXX**  
**POST-GRADUATION PROGRAM IN XXXXXX**  
**DOCTORAL DEGREE IN XXXXXXXX**

**FULL NAME**

**TITLE**

**FORTALEZA**

**2019**

FULL NAME

TITLE

Thesis submitted to the Post-Graduation Program in Xxxxxx of the Center of Xxxxxxxx of the Federal University of Ceará, as a partial requirement for obtaining the title of Doctor in xxxxxx Engineering. Concentration Area: xxxxxx Engineering

Advisor: Prof. Dr. Xxxxxxx Xxxxxx  
Xxxxxxx

FORTALEZA

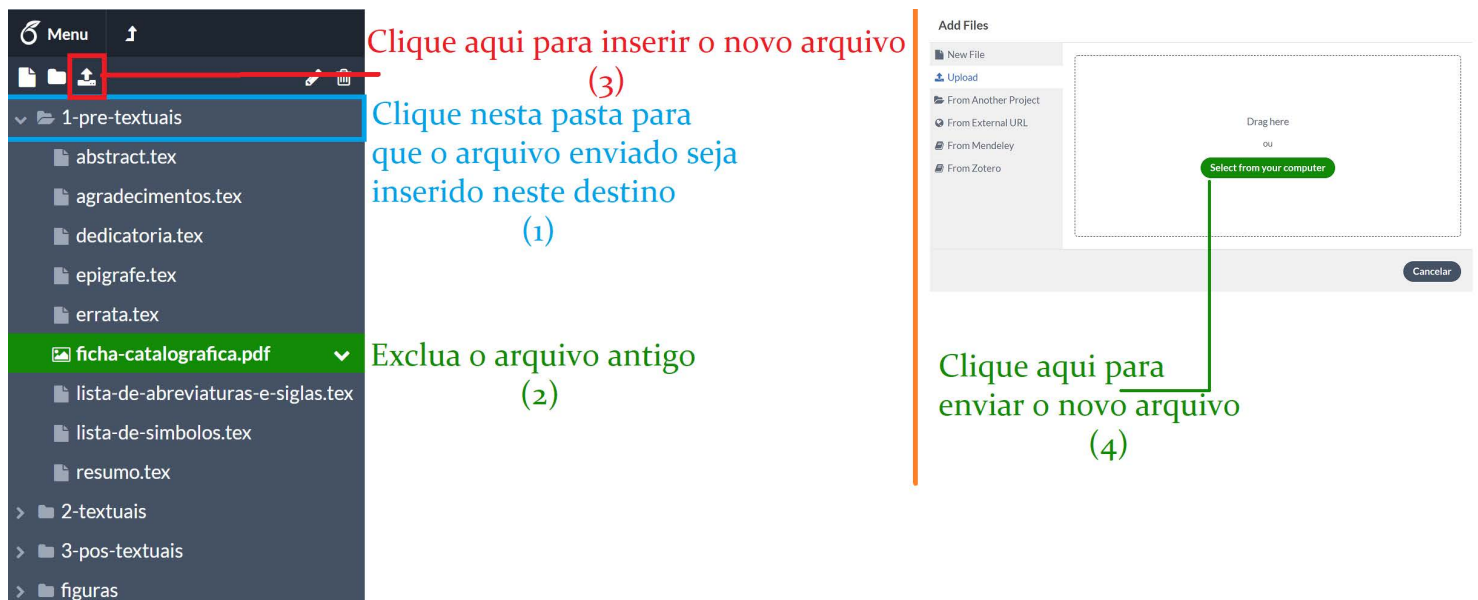
2019

Para criar sua ficha catalográfica, preencha corretamente o Módulo de Elaboração de Fichas Catalográficas (CATALOG!) disponibilizado no link:

<http://fichacatalografica.ufc.br/>

Em seguida, deve-se renomear o arquivo gerado como “ficha-catalografica” e adicioná-lo ao *template* na pasta “1-pre-textuais”. É necessário, contudo, excluir o antigo arquivo “ficha-catalografica” antes de adicionar o novo.

A figura a seguir mostra os passos enumerados para a inclusão da ficha catalográfica no *Overleaf*.



FULL NAME

TITLE

Thesis submitted to the Post-Graduation  
Program in XXXXXX of the Center of  
XXXXXXXX of the Federal University of  
Ceará, as a partial requirement for obtaining  
the title of Doctor in xxxxxx Engineering.  
Concentration Area: xxxxxx Engineering

Approved on:

EXAMINATION BOARD

---

Prof. Dr. XXXXXXXX XXXXXX  
XXXXXXXX (Advisor)  
Federal University of Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. XXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXX  
Universidade do Membro da Banca Dois  
(SIGLA)

---

Prof. Dr. XXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXX  
Universidade do Membro da Banca Três  
(SIGLA)

---

Prof. Dr. XXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXX  
Universidade do Membro da Banca Quatro  
(SIGLA)

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Ao Prof. Dr. Ricardo Silva Thé Pontes por me orientar em minha tese de doutorado.

Ao Prof. Dr. Tobias Rafael Fernandes Neto, coordenador do Laboratório de Sistemas Motrizes (LAMOTRIZ) onde este *template* foi desenvolvido.

Ao Doutorando em Engenharia Elétrica, Ednardo Moreira Rodrigues, e seu assistente, Alan Batista de Oliveira, aluno de graduação em Engenharia Elétrica, pela adequação do *template* utilizado neste trabalho para que o mesmo ficasse de acordo com as normas da biblioteca da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Aos bibliotecários da Universidade Federal do Ceará: Francisco Edvander Pires Santos, Juliana Soares Lima, Izabel Lima dos Santos, Kalline Yasmin Soares Feitosa e Eliene Maria Vieira de Moura, pela revisão e discussão da formatação utilizada neste *template*.

Ao aluno Thiago Nascimento do curso de ciência da computação da Universidade Estadual do Ceará que elaborou o *template* do qual este trabalho foi adaptado para Universidade Federal do Ceará.

Ao Prof. Dr. Humberto de Andrade Carmona do Curso de Física da UFC pelo primeiro incentivo para o uso do  $\text{\LaTeX}$ .

Ao aluno de graduação em engenharia elétrica e amigo, Lohan Costa por me apresentar a plataforma *ShareLatex* que depois migrou para a plataforma *OverLeaf*.

Aos amigos de laboratório, Felipe Bandeira, Renan Barroso e Roney Coelho, pelas discussões sobre os recursos do  $\text{\LaTeX}$ .

Aos meus pais, irmãos e sobrinhos, que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo superior, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender.

E à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento (Funcap), na pessoa do Presidente Tarcísio Haroldo Cavalcante Pequeno pelo financiamento da pesquisa de doutorado via bolsa de estudos.

“O sonho é que leva a gente para frente. Se a gente for seguir a razão, fica aquietado, acomodado.”

(Ariano Suassuna)

## **ABSTRACT**

In this on the radio waves: popular culture, peasants and the Basic Education Movement we analyze the participation of peasants of the Brazilian northeastern region in the Basic Education Movement. The focus of this thesis is to demonstrate how the labors involved with broadcast schools have elaborated actions for maintaining and spreading the schools in their communities, in order to achieve the necessary means to improve their way of life. Peasants of the Basic Education Movement have been coadjuvant of the modernizing catholic proposition of the early 1960s, by means of quite peculiar political and cultural representations. Some of these representations were: a meaning for the school, a role for the union and for the political participation, precepts of the land use rights and labor rights, and the multiple meanings of the radio as a mass communication, information and leisure medium. This study intends to stress that the actions – and the political enrollment – of the northeastern peasant could not ever be separated from the modernizing process. The connection can be observed in different social movements of the period, such as the Basic Education Movement, rural unions, the Catholic Agrarian Youth and the MCP. In this sense, we consider that, if the Brazilian modernization was a guideline for the institutions, political organisms and parties for the social movement, such a modernization was a guideline of demands based on elements of material life. Those elements included, by that time, the agrarian reform, the educational issue and labor urgencies.

**Keywords:** Adult education. Community schools. Peasants. Popular culture.



## RESUMO

Em *Pelas Ondas do Rádio: Cultura Popular, Camponeses e o MEB* analisa a participação de camponeses do nordeste brasileiro no Movimento de Educação de Base. A perspectiva da tese é a de demonstrar como os trabalhadores envolvidos com as escolas radiofônicas elaboraram ações para manutenção e reprodução da escola em sua comunidade, visando obter os benefícios necessários à reprodução e melhoria de seu modo de vida. A partir de representações políticas e culturais singulares, dentre as quais vigoraram: um sentido para escola, um papel para o sindicato e para participação política, preceitos do direito de uso da terra e dos direitos do trabalho, assim como, sentidos múltiplos para o uso do rádio como meio de comunicação, informação e lazer, os camponeses do MEB, foram coadjuvantes da proposição católica modernizadora de inícios de 1960. Isto posto, demarca que a ação do camponês nordestino e seu engajamento político, seja no MEB, nos sindicatos rurais, nas Juventudes Agrárias Católicas (JAC's), no MCP, e nas mais diversas instâncias dos movimentos sociais do período, não se apartaram do processo modernizador. Neste sentido, considera-se que a modernização brasileira foi pauta das instituições, organismos políticos e partidos, assim como, do movimento social, instância em que ela foi ressignificada a partir de elementos da vida material, que envolviam diretamente, no momento em questão, a problemática do direito a terra, do direito a educação e cultura e dos direitos do trabalho.

**Palavras-chave:** Camponeses. Cultura popular. Educação de adultos. Escola rural.

## LIST OF FIGURES

Figure 1 – Fotografia da reitoria da Universidade Federal do Ceará . . . . .	17
Figure 2 – Gráfico da Atmosfera Superior . . . . .	18
Figure 3 – Gráfico de tensão considerando a impedância humana . . . . .	28
Figure 4 – Produção anual das dissertações de mestrado e teses de doutorado entre os anos de 1990 e 2008 . . . . .	29

## LIST OF TABLES

Table 1 – Um Exemplo de tabela alinhada que pode ser longa ou curta . . . . .	19
Table 2 – Notas dos participantes nas avaliações A, B e C . . . . .	29



## LIST OF SYMBOLS

$A_e$	Área efetiva da antena
$B$	Largura de faixa em que o ruído é medido em Hertz
$d$	Distância em metros
$E$	Campo elétrico
$FA$	Fator da antena
$Gr$	Ganho de recepção
$h$	Altura efetiva ou comprimento efetivo de uma antena
$I$	Corrente elétrica
$k$	Constante de Boltzmann's
$K$	Eficiência de irradiação
$M$	Variação do patamar de ruído em função da RBW
$N$	Condutor de neutro
$NF$	Figura de ruído
$N_i$	Potência do ruído na entrada
$N_o$	Potência do ruído na saída
$P$	Potência
$R$	Resistência
$S_i$	Potência do sinal na entrada
$S_o$	Potência do sinal na saída
$t$	Tempo
$V$	Tensão
$Z_L$	Impedância da antena
$Z_o$	Impedância de referência ( $50\Omega$ )
$\lambda$	Comprimento de onda
$\Gamma$	Coefficiente de reflexão

## CONTENTS

1	INTRODUÇÃO . . . . .	14
2	TÍTULO DO SEGUNDO CAPÍTULO . . . . .	15
2.1	Citações bibliográficas . . . . .	15
2.2	Inserindo figuras . . . . .	16
2.3	Inserindo tabelas . . . . .	19
2.3.1	<i>Exemplo de subseção</i> . . . . .	19
2.3.2	<i>Uso de siglas</i> . . . . .	20
3	METODOLOGIA . . . . .	21
3.1	Exemplo de alíneas . . . . .	21
3.2	Usando Fórmulas Matemáticas . . . . .	22
3.3	Usando Código-fonte . . . . .	24
3.4	Usando Teoremas, Proposições, etc . . . . .	24
3.5	Usando Questões . . . . .	24
4	MATERIAL E MÉTODOS . . . . .	25
4.1	Sujeito . . . . .	25
4.2	Delineamento . . . . .	26
4.3	Detalhes . . . . .	27
5	RESULTADOS . . . . .	28
5.1	Resultados do Experimento A . . . . .	28
5.2	Resultados do Experimento B . . . . .	29
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS . . . . .	31
	REFERENCES . . . . .	32
	APPENDICES . . . . .	33
	APPENDIX A – Exemplo de apêndice . . . . .	33
	APPENDIX B – Questionário utilizado para... . . . .	34
	APPENDIX C – Códigos-fontes utilizados para... . . . .	35
	APPENDIX D – <i>IEEE CEFC 2016</i> . . . . .	36
	ANNEXES . . . . .	38
	ANNEX A – Exemplo de um anexo . . . . .	38
	ANNEX B – Exemplo de um anexo em PDF . . . . .	39
	Index . . . . .	42

## 1 INTRODUÇÃO

Para começar a utilizar este *template*, siga o tutorial clicando no seguinte *link*:  
<<https://biblioteca.ufc.br/wp-content/uploads/2015/09/tutorial-sharelatex.pdf>>

Neste *template*, o autor irá encontrar diversas instruções e exemplos dos recursos do uso do  $\text{\LaTeX}$  na plataforma *ShareLatex*. O  $\text{\LaTeX}$  foi desenvolvido, inicialmente, na década de 80, por Leslie Lamport e é utilizado amplamente na produção de textos matemáticos e científicos, devido a sua alta qualidade tipográfica (GOOSSENS *et al.*, 1994).

O *ShareLatex* é uma plataforma *online* que pode ser acessado por meio de qualquer navegador de internet até mesmo de um *smartphone*. Essa plataforma dispensa a instalação de aplicativos no computador para desenvolver trabalhos em  $\text{\LaTeX}$ . Também, não é necessário instalar *packages*, ou seja, pacotes que permitem diferentes efeitos na formatação e no visual do trabalho. Todos os *packages* que este *template* utiliza são encontrados *online*.

Apresentam-se, também, neste modelo, algumas orientações de como desenvolver um trabalho acadêmico. Entretanto, este arquivo deve ser editado pelo autor de acordo com o seu trabalho sendo que a formatação já está de acordo com o aceito pela Universidade Federal do Ceará.

A introdução, tem como finalidade, dar ao leitor uma visão concisa do tema investigado, ressaltando-se o assunto de forma delimitada, ou seja, enquadrando-o sob a perspectiva de uma área do conhecimento, de forma que fique evidente sobre o que se está investigando; a justificativa da escolha do tema; os objetivos do trabalho; o objeto de pesquisa que será investigado. Observe que não se divide a introdução em seções, mas a mesma informa como o trabalho ao todo está organizado.













commodo ut

- Proin mattis placerat risus sit amet laoreet.

### 2.3.2 *Uso de siglas*

Para utilizar siglas, primeiro defina a sigla no arquivo "lista-de-abreviaturas-e-siglas" dentro da pasta "1-pre-textuais" com o comando

```
\newacronym{ABNT}{ABNT}{Associação Brasileira de Normas Técnicas}
```

Depois chame a sigla com o comando:

```
\gls{ABNT}
```

Fica assim: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A primeira vez que o comando é usado para uma determinada sigla, aparece o significado por extenso da sigla com a sua abreviação em seguida. A partir da segunda vez que o comando para uma determinada sigla é usado, aparece apenas a sigla. Por exemplo: ABNT.

Veja o código fonte de outros exemplos: Teste de siglas Tem que Escrever a Sigla no Texto (TEST), outros exemplos de siglas: descargas atmosféricas (DAs), modelo do circuito elétrico global (MCEG). Repare que sempre as siglas estão sendo definidas primeiramente no arquivo "lista-de-abreviaturas-e-siglas".











## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Sujeito

O objetivo desse projeto é construir um jogo da memória executável pelo navegador, podendo ser acessado ao entrar em um site na web, com modos de jogo singleplayer, onde o jogador tentará resolver os desafios sozinho e receber o tempo que demorou para concluir seu desafio ou, jogar no modo multiplayer onde outros jogadores compartilharão o mesmo desafio gerado e disputarão para saber quem consegue finalizar no menor tempo possível. Além disso, é necessário ser possível mudança de dificuldade ao ampliar o número de itens a serem memorizados.

Porém o aspecto principal desse jogo é o desafio a ser superado é que sua interface e seus todos os aspectos de interface humano-máquina sejam construídos de forma a permitir que pessoas cegas, portadoras de deficiência visual graves possam jogar, e ser competitivas, independente de suas deficiências utilizando de interfaces acessíveis e inteligentes, que possam se adaptar a deficiências do jogador. Nesse sentido, o desenvolvimento de uma experiência e uma tecnologia de interface homem-máquina que consiga superar esse desafio é o maior enfoque deste estudo.

Dessa forma as definições dos requisitos em formatos de histórias de usuário seguem da seguinte maneira.

1. Como usuário portador de deficiência visual, desejo entrar na plataforma e receber indicações claras das opções possíveis e de acessá-las facilmente através do mouse do computador.
2. Como usuário portador de deficiência visual, desejo, independentemente do modo de jogo escolhido (singleplayer ou multiplayer) ter uma interface de jogo onde fique claro a posição das cartas, cartas já escolhidas e conteúdo das cartas do desafio para que possa jogar de maneira descomplicada.
3. Como usuário portador de deficiência visual que pode acessar todas as funções através do mouse do meu computador recebendo feedback sonoro adequado.
4. Como usuário em geral quero poder decidir se vou jogar no modo multiplayer ou singleplayer.
5. Como usuário em geral quero receber o tempo de conclusão do desafio após o fim do mesmo.

6. Como usuário em geral quero receber estatísticas de ranqueamento ao final de um desafio no modo multiplayer
7. Como usuário em geral que poder acessar um secção multiplayer através de um código simples.
8. Como usuário em geral quero poder criar uma secção multiplayer e fornecer um código para convidar amigos para jogar.
9. Como usuário sem deficiência visual quero pode alternar entre modo acessível e o modo visual.

## 4.2 Delineamento

Para a construção do jogo será usado com base fundamental o framework de desenvolvimento web Ruby on Rails (feito na linguagem de programação Ruby) pela sua facilidade de uso, manutenção futura, testabilidade e por possuir um arcabouço de ferramentas muito úteis para lidar com atualizações em tempo real da do

cliente como os módulos, do Hotwire e Action Cable existentes dentro do framework. Em conjunto a isso também faremos uso do conjunto de ferramentas ofertada pelo Heroku, que é uma é uma plataforma de nuvem como serviço para hospedagem dos servidores onde onde jogo será acessível. A escolha do Heroku se deve a facilidade de manutenção e escalabilidade da infra-estrutura, por ser de fácil configuração, e por fornecer planos gratuitos que atendam as necessidade da apresentação futura desse projeto.

Para a persistência de dados, será usado o SGBD Postgresql por sua fácil integração com o Ruby on Rails e com a plataforma de nuvem Heroku, além de ser ótimo banco de dados persistir um banco de dados relacional

Todo o projeto será estruturado através de um monólito MVC construindo com Rails, ou seja, toda a responsabilidade de lidar com as requisições processa-las adequadamente e apresentar de volta ao cliente, será exercida por uma aplicação rails que é fundamentalmente estruturada ao redor da arquitetura Model, View, Controller. Sendo os Models as entidades responsável por modelar a entidades do domínio do problema, a Views sendo a responsáveis pela apresentação de respostas aos clientes, e os Controllers pela processamento das requisições do cliente e então delegar outras entidades como o model ou views. A figura mostra com mais detalhes o fluxo de informações de um requisição dentro desse modelo

### 4.3 Detalhes







## **6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS**

Parte final do texto na qual se apresentam as conclusões apoiadas no desenvolvimento do assunto. É a recapitulação sintética dos resultados obtidos. Pode apresentar recomendações e sugestões para pesquisas futuras.



## REFERENCES

- ADMINISTRAÇÃO NACIONAL DO ESPAÇO E AERONÁUTICA. **Gráfico da Atmosfera Superior**. 2016. Available at: <[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/sunearth/science/upper-atmosphere-graphic.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/science/upper-atmosphere-graphic.html)>. Accessed on: 28 jul. 2016.
- ALMEIDA, M. M. R. **Avaliação de métodos de estimativa da capacidade de carga de fundações diretas em solos não saturados**. 2018. 144 f. Master's Thesis (Mestrado em Engenharia Civil) — Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Geotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: Informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.
- FEITOSA, L. Complexas mediações: transdisciplinaridade e incertezas nas recepções informacionais. **Informação em Pauta**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 98–117, 2016.
- GONDIM, D. R. **Seleção de materiais com potencial aplicação na purificação de IgG humana**. 2017. 164 f. Phd Thesis (Doutorado em Engenharia Química) — Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Geotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
- GOOSSENS, M.; MITTELBAACH, F.; SAMARIN, A.; SOUIDI, E. M. **The LATEX companion**. [S. l.]: Addison-Wesley Reading, Massachusetts, 1994.
- GRUPO DE ELETRICIDADE ATMOSFÉRICA. **Densidade de descargas atmosféricas para a terra (Ng)**. 2015. Dados publicados na ABNT NBR 5419-2:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 2: Gerenciamento de risco. Available at: <[http://www.inpe.br/webelat/ABNT\\_NBR5419\\_Ng/](http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/)>. Accessed on: 28 jun. 2016.
- LANGTANGEN, H. P.; LOGG, A. **Solving PDEs in Python**. [S. l.]: Springer, 2017. ISBN 978-3-319-52461-0.
- RAKOV, V. A.; UMAN, M. A. **Lightning: physics and effects**. [S. l.]: Cambridge University Press, 2003.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **Estudo de impacto ambiental – EIA, Relatório de impacto ambiental – RIMA: manual de orientação**. São Paulo, 1989. 48 p. (Séries Manuais).
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Tratados e organizações ambientais em matéria de meio ambiente**. In:\_\_\_\_\_, 1999. Available at: <<http://www.bdt.org.br/sma/entendendo/atual.htm>>. Accessed on: 8 mar. 1999.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Reitoria da Universidade Federal do Ceará**. 2012. Available at: <<http://www.ufc.br/contatos/2-a-universidade>>. Accessed on: 28 jul. 2016.

## **APPENDIX A – EXEMPLO DE APÊNDICE**

Um apêndice é um documento elaborado pelo autor, diferentemente do anexo. Geralmente, se coloca como apêndice, questionários, códigos de programação, tabelas que tomariam muito espaço no meio do trabalho. Artigos, resumos ou qualquer publicação relacionada ao trabalho podem ser utilizados como apêndice.

## APPENDIX B – QUESTIONÁRIO UTILIZADO PARA...

**Questão 1.** Esta é a primeira questão com alguns itens:

- (a) Este é o primeiro item
- (b) Segundo item

**Questão 2.** Esta é a segunda questão:

- (a) Este é o primeiro item
- (b) Segundo item

**Questão 3.** Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nunc dictum sed tortor nec viverra. consectetur adipiscing elit. Nunc dictum sed tortor nec viverra.

- (a) consectetur
- (b) adipiscing
- (c) Nunc
- (d) dictum

## APPENDIX C – CÓDIGOS-FONTES UTILIZADOS PARA...

### Código-fonte 1 – Hello World em C++

```
1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 int main() {
4     cout<<"Hello World!"<<endl;
5     system("pause");
6 }
```

### Código-fonte 2 – Hello World em Java

```
1 public class HelloWorld {
2     public static void main(String[] args) {
3         System.out.println("Hello World!");
4     }
5 }
```

**APPENDIX D – IEEE CEFC 2016**

*Digest submetido ao The 17th Biennial Conference on Eletromagnetic Field Computation, Miami FL - NOV 13-16, 2016, USA.*

# Lightning Incidence Model Based on the Electric Field Gradient: 3D Electrostatic Analyses

Ednardo M. Rodrigues, Ricardo S. T. Pontes and Tobias R. Fernandes Neto

Federal University of Ceará, Department of Electrical Engineering, Fortaleza CE, BRAZIL  
ednardorodrigues@dee.ufc.br

**Abstract**— The paper deals with the 3D electrostatic analysis of a lightning strike in a hangar and a power transmission line. The lightning incidence model is based on the electric field gradient. Finally, the simulation results are described and discussed.

**Index Terms**—Lightning, Electrostatic, Finite element.

## I. INTRODUCTION

In [1], a 2D electrostatic analysis of a new lightning incidence model based on the electric field gradient (EFG) was presented. Moreover, the simulations results were carried out for a building and a power transmission line and they were compared with the classical electrogeometrical model (EGM), the rolling-sphere technique (RST) and the leader progression model (LPM) [2]. The present paper estimates the trajectory of lightning strikes from the thundercloud to a grounded metal roof of a hangar. Furthermore, the same procedure will be carried out for 500kV power transmission lines.

## II. ELECTROSTATIC ANALYSES

A lightning occurs when the electric field is higher than the breakeven field (400kV/m —3MV/m) [2]. This model is based on the electric field gradient described by

$$\vec{E}_L(\vec{r}) \approx \vec{E}_b(\vec{r}) + \lambda_t \nabla E_b(\vec{r}), \quad (1)$$

$\vec{E}_b(\vec{r})$  is the background electric field, which is function of the position  $\vec{r}$  and it is generated by the electric potential difference (EPD) between the cloud and the ground.  $\lambda_t$  is the lightning step length (~50m) [3], and  $\vec{E}_L(\vec{r})$  is the lightning electric field. More details about Eq. (1) can be found in [1].

A 3D finite element method (FEM) model of a hangar and a power transmission line (TL) were designed by using the electrostatic module. All simulations were carried out within a cubic domain of 250m x 250m x 250m. The upper level of each domain is defined with -12.5MV, while the lower level is the ground. This is equivalent to a real thundercloud with a potential of (-100MV) at 2km of altitude [4].

The dimensions of the hangar are: 8.60m height, 77.37m width and 229.00m length. The aluminum metal roof has 0.7mm thickness and it is grounded. The second simulation is for a TL composed by three phase conductors, equally spaced by 11.5m and positioned at 40.5m above the reference plane. The TLs are protected by two earth wires spaced by 19m over 54.47m of the reference plane.

## III. RESULTS

In order to evaluate the 3D model, the software COMSOL Multiphysics® was used in a computer with quad-core processor of 2.6GHz. For the hangar, the simulation time was around 4s. The necessary physical memory for the simulation

was 1.34GB and 5.6GB of virtual memory. The electric field is very intense at the roof (about 80MV/m) and the lightning (cyan lines) strikes the building roof, as shown in Fig. 1a. In summary, it is not necessary to add air terminals, as long the roof is grounded. The simulation time for the TL was around 6 min, using 15GB of physical memory and 32GB of virtual memory. As shown in Fig 1b, the cyan lines strike the earth wires.

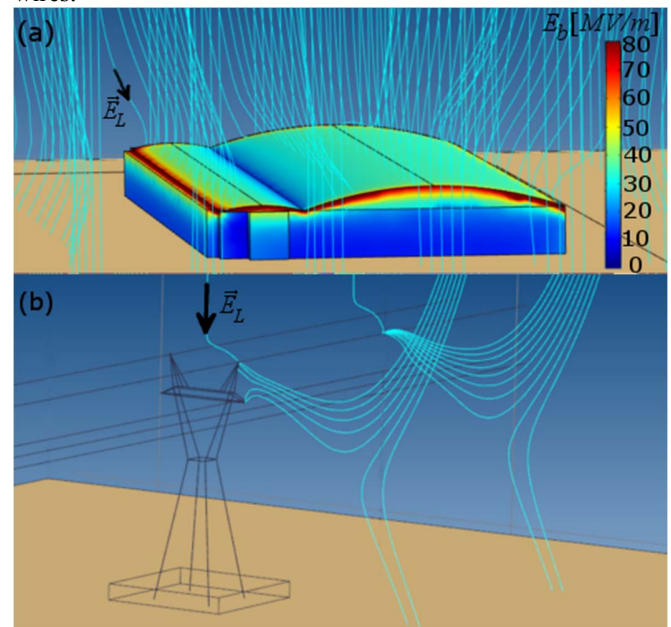


Fig. 1. Case of studies: (a) hangar and (b) power transmission line.

## IV. CONCLUSIONS

The EFG simulations predicted that the aluminum metal roof is able to protect the hangar against lightning strikes. In the TL simulation, the earth wires have fulfilled the protection for the phase conductors. Finally, the protection zone and the design of lightning protection system can be evaluated by 3D electrostatic analyses, which are closer to the reality than the 2D analyses. However, 3D models are often more complex and require more simulation time.

## REFERENCES

- [1] E. M. Rodrigues, *Novel Lightning Incidence Model Based on the Electric Field Gradient: 2D Electrostatic Analyses*. GROUND'2016 & 7<sup>th</sup> LPE, 2016.
- [2] V. Cooray, *Lightning protection*, The Institution of Engineering and Technology, 2009.
- [3] V.A. Rakov and M. A. Uman, *Lightning: physics and effects*. Cambridge University Press, 2007.
- [4] S. Visacro, *Descargas atmosféricas: Uma Abordagem de Engenharia (Lightning strike: An Engineering approach)*, Artliber, 2005.

## ANNEX A – EXEMPLO DE UM ANEXO

Um anexo é um documento que não foi elaborado pelo autor, ou seja, o autor apenas anexa. Anexos podem ser tabelas, mapas, diagramas, *datasheets*, manuais e etc.

## **ANNEX B – EXEMPLO DE UM ANEXO EM PDF**

O autor pode anexar um *Portable Document Format* (PDF), traduzido como formato portátil de documento. Veja o código fonte utilizado para anexar o arquivo “Sikasil.pdf” que foi colocado dentro da pasta “anexos” que por sua vez está dentro da pasta “elementos-pos-textuais”. Tenha muita atenção na hora de especificar o local do arquivo. Recomenda-se não utilizar caracteres especiais para nomear pastas e, principalmente, arquivos.

Pode-se fazer uma descrição sucinta do arquivo anexado.



**Sikasil® GS-630**

Glazing sealant for structural &amp; non-structural use

## Technical Product Data

Chemical base	1-C silicone
Color (CQP <sup>1</sup> 001-1)	See Product Overview
Cure mechanism	Moisture-curing
Cure type	Neutral
Density (uncured) (CQP 006-4)	1.4 kg/l approx.
Non-sag properties (CQP 061-4 / ISO 7390)	< 2 mm approx.
Application temperature	5 - 40°C (41 - 104°F)
Skin time <sup>2</sup> (CQP 019-2)	10 min approx.
Tack-free time <sup>2</sup> (CQP 019-1)	60 min approx.
Curing speed (CQP 049-1)	See diagram 1
Shore A-hardness (CQP 023-1 / ISO 868)	32 approx.
Tensile strength (CQP 036-1 / ISO 37)	1.2 N/mm <sup>2</sup> approx.
Elongation at break (CQP 036-1 / ISO 37)	480% approx.
Tear propagation resistance (CQP 045-1 / ISO 34)	6 N/mm approx.
100% modulus (CQP 036-1 / ISO 37)	0.6 N/mm <sup>2</sup> approx.
Movement accommodation capability (ASTM C 719)	±50%
Thermal resistance (CQP 513-1)	long term
Short term	4 h
	1 h
	180°C (356°F) approx. 200°C (392°F) approx. 220°C (428°F) approx.
Service temperature	-40 - 150°C approx. (-40 - 302°F)
Shelf life (storage below 25°C) (CQP 016-1)	15 months

<sup>1)</sup> CQP = Corporate Quality Procedure<sup>2)</sup> 23°C (73°F) / 50% r.h.**Description**

Sikasil® GS-630 is a durable, neutral-curing silicone sealant and adhesive which combines mechanical strength with high elongation. It adheres excellent to a wide range of substrates.

Sikasil® GS-630 is manufactured in accordance with ISO 9001 quality assurance system and the responsible care program.

**Product Benefits**

- Outstanding UV and weathering resistance
- Excellent adhesion to glass, coated glass, metals and plastics
- Fast curing
- Long-term durability
- High movement capability

**Areas of Application**

Sikasil® GS-630 is a silicone sealant and adhesive designed for sealing, bonding and mending tasks in a wide variety of industrial applications, e. g. structural and nonstructural applications in facades.

This product is suitable for professional experienced users only. Tests with actual substrates and conditions have to be performed to ensure adhesion and material compatibility.



## Cure Mechanism

Sikasil® GS-630 cures by reaction with atmospheric moisture. The reaction thus starts at the surface and proceeds to the core of the joint. The curing speed depends on the relative humidity and the temperature (see diagram 1 below). Heating above 50°C to speed-up the vulcanization is not advisable as it may lead to bubble formation. At low temperatures the water content of the air is lower and the curing reaction proceeds more slowly.

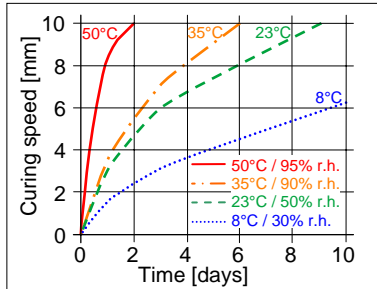


Diagram 1: Curing speed 1C-Sikasil®

## Application Limits

All Sikasil® WS, FS, SG, IG, WT and other engineering silicone sealants and adhesives are compatible with each other. Sikasil® WS and FS sealants as well as other Sika engineering silicone sealants are compatible with SikaGlaze® IG sealants. All other sealants have to be approved by Sika before using them in combination with Sikasil® GS-630. Where two or more different reactive sealants are used, allow the first to cure completely before applying the next.

Do not use Sikasil® GS-630 on pre-stressed polyacrylate and polycarbonate elements as it may cause environmental stress cracking (crazing).

The compatibility of gaskets, backer rods and other accessory materials with Sikasil® GS-630 must be tested in advance. Joints deeper than 15 mm should be avoided.

The above information is offered for general guidance only. Advice on specific applications will be given on request.

## Method of Application

### Surface preparation

Surfaces must be clean, dry and free from oil, grease and dust.

Advice on specific applications and surface pretreatment methods is available from the Technical Service Department of Sika Industry.

### Application

After suitable joint and substrate preparation, Sikasil® GS-630 is gunned into place. Joints must be properly dimensioned as changes are no longer possible after construction. For optimum performance the joint width should be designed according to the movement capability of the sealant based on the actual expected movement. The minimum joint depth is 6 mm and a width / depth ratio of 2:1 must be respected if used for weatherproofing. For backfilling it is recommended to use closed cell, sealant compatible foam backer rods e.g. high resilience polyethylene foam rod. If joints are too shallow for backing material to be employed, we recommend using a polyethylene tape. This acts as a release film (bond breaker), allowing the joint to move and the silicone to stretch freely.

For more information please contact the Technical Service Department of Sika Industry.

### Tooling and finishing

Tooling and finishing must be carried out within the skin time of the adhesive.

When tooling freshly applied Sikasil® GS-630 press the adhesive to the joint flanks to get a good wetting of the bonding surface.

### Removal

Uncured Sikasil® GS-630 may be removed from tools and equipment with Sika® Remover-208 or another suitable solvent. Once cured, the material can only be removed mechanically.

Hands and exposed skin should be washed immediately using Sika® Handclean Towel or a suitable industrial hand cleaner and water. Do not use solvents!

### Overpainting

Sikasil® GS-630 cannot be over-painted.

## Further Information

Copies of the following publications are available on request:

- Material Safety Data Sheet

## Packaging Information

Unipack	600 ml
Cartridge	300 ml
Pail	26 kg
Drum	280 kg

## Value Bases

All technical data stated in this Product Data Sheet are based on laboratory tests. Actual measured data may vary due to circumstances beyond our control.

## Health and Safety Information

For information and advice regarding transportation, handling, storage and disposal of chemical products, users should refer to the actual Material Safety Data Sheets containing physical, ecological, toxicological and other safety-related data.

## Legal Notes

The information, and, in particular, the recommendations relating to the application and end-use of Sika products, are given in good faith based on Sika's current knowledge and experience of the products when properly stored, handled and applied under normal conditions in accordance with Sika's recommendations. In practice, the differences in materials, substrates and actual site conditions are such that no warranty in respect of merchantability or of fitness for a particular purpose, nor any liability arising out of any legal relationship whatsoever, can be inferred either from this information, or from any written recommendations, or from any other advice offered. The user of the product must test the product's suitability for the intended application and purpose. Sika reserves the right to change the properties of its products. The proprietary rights of third parties must be observed. All orders are accepted subject to our current terms of sale and delivery. Users must always refer to the most recent issue of the local Product Data Sheet for the product concerned, copies of which will be supplied on request.

Further information available at:

[www.sika.ch](http://www.sika.ch)

[www.sika.com](http://www.sika.com)

Sika Schweiz AG

Industry

Tüffenwies 16

CH-8048 Zurich

Switzerland

Tel. +41 44 436 40 40

Fax +41 44 436 45 30



## INDEX

Adobe

Illustrator, 22

Photoshop, 22

CorelDraw, 22

Gimp, 22

InkScape, 22