



DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE UM APLICATIVO WEB PARA O CÁLCULO DE UM ENLACE DE TELECOMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE

Paula do Nascimento Woyames – pnwoyames@id.uff.br

Grupo PET-Tele – <http://www.telecom.uff.br/pet>

Universidade Federal Fluminense – UFF

Escola de Engenharia – TCE

Departamento de Engenharia de Telecomunicações - TET

Rua Passo da Pátria, 156 / Bloco D / Sala 504

24.210-240 – Niterói – Rio de Janeiro

Gustavo Araujo Machado – gustavoaraujomachado@id.uff.br

Grupo PET-Tele – <http://www.telecom.uff.br/pet>

Universidade Federal Fluminense – UFF

Escola de Engenharia – TCE

Departamento de Engenharia de Telecomunicações - TET

Rua Passo da Pátria, 156 / Bloco D / Sala 504

24.210-240 – Niterói – Rio de Janeiro

Franciele Batista de Oliveira – francielebatista@id.uff.br

Grupo PET-Tele – <http://www.telecom.uff.br/pet>

Universidade Federal Fluminense – UFF

Escola de Engenharia – TCE

Departamento de Engenharia de Telecomunicações - TET

Rua Passo da Pátria, 156 / Bloco D / Sala 504

24.210-240 – Niterói – Rio de Janeiro

Alexandre S. de la Vega – delavega@telecom.uff.br

Grupo PET-Tele – <http://www.telecom.uff.br/pet>

Universidade Federal Fluminense – UFF

Escola de Engenharia – TCE

Departamento de Engenharia de Telecomunicações - TET

Rua Passo da Pátria, 156 / Bloco D / Sala 504

24.210-240 – Niterói – Rio de Janeiro

Resumo: O objetivo principal do trabalho foi desenvolver e implantar um aplicativo Web para o cálculo de um enlace de telecomunicações via satélite, com base em um procedimento padrão de cálculo. A motivação inicial foi construir uma ferramenta de apoio ao aprendizado para alunos de disciplinas que abordem a propagação eletromagnética. Com o intuito de desenvolver e implantar um aplicativo Web que fosse de simples desenvolvimento, instalação, manutenção e portabilidade, as seguintes linguagens de programação foram utilizadas: HTML (HyperText Markup Language), PHP (Hypertext Processor) e CSS (Cascading Style Sheets).



Palavras-chave: Programa de Educação Tutorial (PET), Aplicativo Web, Propagação Eletromagnética, Cálculo de Enlace, Satélite.

1. INTRODUÇÃO

O Programa de Educação Tutorial (PET) [MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2016] exige que os bolsistas dos seus grupos, ao serem submetidos a uma formação complementar, desenvolvam atividades que possuam itens relativos às áreas de Pesquisa, Ensino e Extensão, bem como consigam algum tipo de penetração no curso ao qual pertencem.

Procurando atender a tais requisitos, o grupo PET do Curso de Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense (PET-Tele/UFF) [PET-TELE, 2016] desenvolveu um aplicativo Web destinado ao cálculo de um enlace de telecomunicações via satélite.

A proposta de desenvolvimento do aplicativo foi apresentada por um bolsista do grupo, logo após ele ter cursado uma disciplina relacionada com o estudo de propagações eletromagnéticas. A motivação inicial foi que o aplicativo sirva de ferramenta de apoio ao aprendizado para alunos de disciplinas desse tipo.

Com acesso público e gratuito, o aplicativo possui uma operação bastante simples. Em uma primeira *webpage*, ele demanda do usuário os dados necessários ao cálculo do enlace. Após o usuário fornecer os dados e acionar o aplicativo, é efetuado um procedimento padrão de cálculo. Os resultados numéricos, provenientes de cada etapa do cálculo, são apresentados em uma segunda *webpage* e podem ser salvos em um arquivo. Também é possível ter acesso ao procedimento executado no cálculo por meio de um arquivo disponível para *download* gratuito, que apresenta as equações empregadas em cada etapa.

Pensando em desenvolver um aplicativo que possuísse facilidade de desenvolvimento, de instalação, de manutenção e de portabilidade, bem como fosse de acesso simplificado, ele foi desenvolvido com base em três linguagens de programação para Web: HTML (*HyperText Markup Language*), PHP (*Hypertext Processor*) e CSS (*Cascading Style Sheets*).

O aplicativo foi implantado na Rede Telecom, do Departamento de Engenharia de Telecomunicações (TET) da UFF, e está disponível para visitas por meio da seguinte URL: <http://www.telecom.uff.br/pet/petws/desenvolvimentos/enlace/enlace.php>.

O processo de desenvolvimento do aplicativo é apresentado a seguir. A Seção 2 resume as motivações e os objetivos do projeto. As atividades realizadas são descritas na Seção 3. A Seção 4 descreve a versão atual do aplicativo. Finalmente, a conclusão e os trabalhos futuros são apresentados na Seção 5.

2. MOTIVAÇÕES E OBJETIVOS

Diversas foram as motivações para o desenvolvimento do aplicativo.

Um grupo PET deve, entre outras obrigações, desenvolver certas competências nos alunos do Curso no qual ele está inserido. O grupo PET-Tele possui experiências com desenvolvimento Web. Isso foi conseguido através do ensino de ferramentas Web para os alunos interessados, bem como pelo desenvolvimento de projetos cujo objetivo principal nem sempre é o produto, mas sim o aprendizado por parte dos alunos envolvidos.



No projeto em questão, buscou-se atingir os dois objetivos: tanto o aprendizado quanto o produto final. Deve ser ressaltado que o aplicativo foi desenvolvido por um esforço conjunto de bolsistas que se encontram em períodos iniciais do Curso, com pouca experiência em desenvolvimento Web. Além disso, ao se tratar de assuntos técnicos referentes ao curso de Engenharia de Telecomunicações, é conseguida uma maior imersão na graduação, o que tende a aumentar o aprimoramento pessoal e profissional dos alunos envolvidos.

No contexto das telecomunicações, um enlace representa a conexão entre dois ou mais pontos que desejam se comunicar. Na comunicação por radiofrequência, existem diversas opções de transmissão. O trabalho em questão está inserido no contexto da comunicação via satélite. Satélites são amplamente utilizados para comunicação ao redor do globo terrestre, devido ao seu alcance a longas distâncias e por terem utilidade para transmissoras de rádio e televisão, além de também serem utilizados para comunicação entre aviões e navios ao redor do planeta.

O Cálculo de Enlace Via Satélite se caracteriza por cálculos que determinam as atenuações pelos diversos efeitos naturais, dimensionamento de tamanho de antenas e escolha da melhor frequência de operação. Os parâmetros calculados devem ser levados em conta no dimensionamento do projeto, uma vez que podem reduzir gastos desnecessários nos sistemas de comunicações. Esse tipo de cálculo utiliza todas as informações coletadas para prever a quantidade de sinal que será recebida e qual a quantidade correta a ser enviada para garantir que a informação chegue corretamente ao destino [BARCLAY, 2013], [BOITHIAS, 1987], [MORGAN & GORDON, 1989] e [RAPPAPORT, 2009].

Em uma disciplina sobre Propagação de Ondas Eletromagnéticas, ministrada no curso de Engenharia de Telecomunicações da UFF, o professor responsável costuma realizar projetos de cálculos de enlaces entre satélites geoestacionários com cobertura no Brasil e estações terrenas posicionadas em território nacional. Para tal, o professor fornece aos alunos um procedimento padrão de projeto que envolve uma quantidade exaustiva de cálculos. Além da grande quantidade de cálculos, os mesmos envolvem, por vezes, conversões entre unidades de medidas. Isso tudo torna o cálculo manual muito suscetível a erro.

Após ter cursado uma disciplina que trata do estudo de propagações eletromagnéticas, o bolsista Roberto Brauer Di Renna propôs ao grupo PET-Tele a realização computacional dos cálculos que compõem o procedimento padrão do cálculo de enlace via satélite. A motivação inicial foi que o aplicativo viesse a servir de ferramenta de apoio ao aprendizado para alunos de disciplinas desse tipo.

Assim, visando colaborar com o aprimoramento da graduação, o grupo decidiu criar um aplicativo Web e disponibilizá-lo gratuitamente em seu *website*, com a intenção de que o mesmo seja utilizado como ferramenta de auxílio aos alunos de disciplinas que abordem tal tipo de projeto.

3. ATIVIDADES REALIZADAS

Após ter cursado uma disciplina que trata do estudo de propagações eletromagnéticas, o bolsista Roberto Brauer Di Renna propôs ao grupo PET-Tele que o roteiro padrão para o projeto de enlace via satélite abordado na disciplina fosse estudado e que os cálculos fossem realizados por meio de um aplicativo computacional.

A proposta original foi utilizar a linguagem de programação Python [PYTHON, 2016], pois ela é de fácil aprendizado e já havia sido utilizada pelo grupo. Portanto, a criação do código básico e qualquer eventual manutenção seriam atividades relativamente fáceis para



os bolsistas. Foi proposto também o uso do *framework* Django [DJANGO, 2016] para desenvolvimento Web em Python. Porém, tanto a instalação do *framework* quanto o seu uso não se mostraram tão simples. Logo, avaliando-se os itens de distribuição e de instalação do aplicativo, bem como as possíveis alterações do código por parte do usuário, concluiu-se que essa não era a solução mais confortável para os usuários.

Assim, pensando em um aplicativo que possuísse facilidade de desenvolvimento, de instalação, de manutenção e de portabilidade, bem como fosse de acesso simplificado, o grupo decidiu desenvolvê-lo com base em três linguagens de programação para Web: HTML (*HyperText Markup Language*), PHP (*Hypertext Processor*) e CSS (*Cascading Style Sheets*) [EIS, 2016], [LEWIS & MOSCOVITZ, 2010], [NIEDERST, 2002], [PACIEVITCH, 2016], [PHP, 2016], [SILVA, 2016], [W3SCHOOLS, 2016].

Devido à alta rotatividade do grupo PET-Tele, os bolsistas, em geral, são de períodos iniciais do curso de graduação e não possuem conhecimento técnico suficiente para avaliar, de imediato, um documento contendo alto teor técnico. Por esse motivo, foi realizado um grupo de estudos para ambientar os alunos com o conteúdo e com os termos técnicos envolvidos no projeto.

Na época de realização do projeto, o grupo vinha de um processo de seleção de novos bolsistas e nem todos tinham um domínio satisfatório sobre as linguagens Web que seriam utilizadas. Por isso, também foi realizado um grupo de estudos sobre tais linguagens.

O roteiro padrão utilizado na disciplina foi avaliado para determinar os parâmetros necessários à realização dos cálculos. Foram identificados alguns parâmetros fixos, cujos valores são, em geral, regulamentados pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) [ANATEL, 2016] e/ou pela União Internacional das Telecomunicações (UIT) [ITU, 2016]. Foram listados ainda os parâmetros que poderiam ser deixados à escolha do usuário.

Uma primeira versão do aplicativo foi desenvolvida. Na *webpage* de acesso, o usuário fornecia alguns dados e realizava algumas escolhas. Uma vez requisitado, o processo de cálculos era efetuado e uma segunda *webpage* apresentava o resultado de cada etapa do processo.

Após a realização de alguns testes e de eventuais correções, uma segunda versão do aplicativo foi desenvolvida, na qual acrescentou-se a opção de gerar um arquivo no formato PDF (*Portable Document Format*) [PDF, 2016] contendo o resultado de cada etapa do processo.

O roteiro padrão de cálculo foi editado no sistema de edição de documentos LaTeX [LATEX, 2016]. O arquivo PDF passou a ser disponibilizado para *download* gratuito na terceira versão do aplicativo.

Finalmente, a interface com o usuário foi estilizada.

3. VERSÃO ATUAL DO APLICATIVO

A *webpage* de acesso à atual versão do aplicativo é apresentada na Figura 1.

Para coletar os dados do usuário foi utilizado o recurso de entrada de dados da linguagem HTML denominado de formulário (*form*).

Inicialmente, o usuário deve fornecer a posição da estação terrena. A latitude e a longitude devem ser especificadas em graus, minutos e segundos. Ele deve ainda escolher o hemisfério: norte ou sul. A altitude da estação em relação ao nível do mar deve ser dada em metros.



Em seguida, o usuário deve escolher um determinado satélite, em uma lista fornecida pelo aplicativo. Na versão atual, estão disponíveis apenas satélites da empresa Star One. As especificações técnicas de tais satélites podem ser encontradas em [STAR ONE, 2016] e foram inseridas no código que realiza os cálculos.

A inserção de satélites da Star One no aplicativo deveu-se ao fato de que os alunos da disciplina citada acima costumavam realizar uma visita técnica à Estação de Guaratiba, Rio de Janeiro, para conhecer as instalações da empresa e, em seguida, realizar trabalhos baseados nos seus satélites.

Finalmente, pode ser requisitado o cálculo do enlace ou o cancelamento dos dados.

Cabe ressaltar que não existem opções iniciais (*default*). Isso foi feito para forçar o usuário a ter atenção no fornecimento dos dados.

Nessa *webpage*, é possível ainda obter o arquivo que contém o “Tutorial sobre a Metodologia de Cálculo”.

Figura 1 – *Webpage* de acesso à atual versão do aplicativo.

Cálculo de Enlace via Satélite

PET Tele

Latitude: Graus Minutos Segundos
 Norte (N)
 Sul (S)

Longitude: Graus Minutos Segundos
 Leste (E)
 Oeste (W)

Altitude (em metros):

Escolha o satélite que será utilizado:

[Tutorial sobre a Metodologia de Cálculo](#)

Criação e Manutenção: [Grupo PET-Tele](#)

Versão atual: Paula Woyames e Gustavo Machado - 20/05/2016.

Uma vez selecionada a opção “Calcular”, na *webpage* de acesso, os dados coletados no formulário são enviados a um arquivo PHP, que realiza o cálculo de mais de cinquenta equações, envolvendo as atenuações ocorridas na transmissão entre uma estação terrena e um satélite, nos enlaces de subida e de descida, além de dimensionar o diâmetro efetivo da antena de abertura e o seu ângulo de elevação.

O roteiro padrão utilizado considera a faixa de frequências denominada “Banda Ku”, que, em aplicações comerciais, envolve frequências escolhidas na faixa de 10 a 18 GHz. São calculadas as atenuações que atingem frequências nessa faixa, tais como: atenuação de espaço livre, atenuação por precipitação e nuvens, atenuação por gases atmosféricos, atenuação por cintilação e atenuação por tempestade de areia e poeira.



Uma vez realizados os cálculos, os resultados são apresentados em uma segunda *webpage*. A Figura 2 ilustra a parte final da *webpage* de apresentação dos cálculos efetuados. Nessa figura, pode-se ver também um botão que oferece a possibilidade de impressão de todos os cálculos efetuados em um arquivo do tipo PDF.

De posse do arquivo PDF contendo os resultados impressos, o aluno pode conferir e/ou sanar dúvidas sobre os seus cálculos, bem como consultá-los a qualquer momento, sem que seja necessário executar o aplicativo novamente ou mesmo em uma situação onde não haja acesso à Internet.

Figura 2 – Parte final da *webpage* de apresentação dos cálculos efetuados.

Cálculo do fator melhoria de polarização (em dB):
14.94850 dB

Cálculo do termo dependente do ângulo de elevação
(menor que 60 graus):
1.62288

Cálculo do termo dependente do ângulo de curvatura (dB)
0.52000 dB

Para ângulos menores que 60. Cálculo de XPDrain (em dB):
estatísticas de polarização cruzada para 0,01%:
62.82722 dB

Cálculo do termo dependente dos cristais de gelo
3.14136
Cálculo de XPD001: estatísticas de polarização cruzada
por chuva, incluindo efeitos dos cristais de gelo, não
excedida para 0,01%:
59.68586
Cálculo de escalonamento de estatísticas de polarização
cruzada induzida por hidrometeoros para frequência e
polarização
67.04540

IMPRIMIR

Criação e Manutenção: **Grupo PET-Tele**
Versão atual: Paula Woyames e Gustavo Machado.

4. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O grupo PET-Tele da UFF identificou uma atividade que possibilitaria não apenas a melhor formação dos seus bolsistas, mas também o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio ao aprendizado para os demais alunos do seu curso de graduação.

Após uma análise de alternativas, optou-se por desenvolver o aplicativo por meio das linguagens de programação básicas para Web (HTML, PHP e CSS). A decisão foi baseada na facilidade de desenvolvimento, de instalação, de manutenção e de portabilidade.



O aplicativo passou por três versões, que foram testadas pelos desenvolvedores, disponibilizadas para uso e testadas por alunos que estavam cursando a disciplina em questão. Algumas modificações foram executadas por sugestão dos usuários e/ou por evolução do próprio projeto.

De forma qualitativa, pode-se dizer que foram atendidas as motivações de aumento de conhecimentos e desenvolvimento de habilidades por parte dos bolsistas do grupo, bem como a colaboração para a melhoria do seu curso de graduação, com o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio ao aprendizado para a comunidade acadêmica.

O grupo pretende dar continuidade ao desenvolvimento do aplicativo, inserindo novas opções de enlace, assim como realizando manutenção no aplicativo e nos arquivos, a fim de melhor a apresentação dos mesmos.

O aplicativo foi implantado na Rede Telecom, do Departamento de Engenharia de Telecomunicações (TET) da UFF, e está disponível para visitas por meio da seguinte URL: <http://www.telecom.uff.br/pet/petws/desenvolvimentos/enlace/enlace.php>.

Agradecimentos

O grupo PET-Tele da UFF faz parte do Programa de Educação Tutorial (PET), financiado pelo Ministério da Educação (MEC).

O grupo PET-Tele agradece ao ex-bolsista Roberto Brauer Di Renna por ter proposto uma atividade que gerou uma oportunidade que permitiu aos alunos do grupo desenvolverem conhecimentos e habilidades, por meio de um projeto extremamente útil para a comunidade acadêmica.

O grupo PET-Tele agradece ao Departamento de Engenharia de Telecomunicações, por abrigar o aplicativo na Rede Telecom, gerenciada pelo professor Marcos Tadeu Von Lutzow Vidal, responsável pela instalação do aplicativo na rede em questão.

O grupo PET-Tele agradece aos discentes da graduação que acessaram o aplicativo, fornecendo algumas sugestões para a versão atual.

Os autores agradecem aos demais bolsistas do grupo PET-Tele por ajudarem no desenvolvimento do projeto e na correção do presente artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANATEL. Agência Nacional de Telecomunicações.

Disponível em: < <http://www.anatel.gov.br/institucional> > Acesso em: 15 maio 2016.

BARCLAY, L. W. (edited by). Propagation of radiowaves. 3rd edition. Stevenage, Herts, United Kingdom, The Institution of Engineering and Technology, 2013. 449 p.

BOITHIAS, Lucien. Radiowave Propagation. McGraw-Hill, 1987. McGraw-Hill, 1987. 330p.

DJANGO. *Website oficial do framework Django*.

Disponível em: < <http://www.djangoproject.com/> > Acesso em: 15 maio 2016.



EIS, DIEGO. **Uma Breve História do CSS**. Disponível em:
<<http://tableless.com.br/uma-breve-historia-do-css/>> Acesso em: 15 maio 2016.

ITU. **International Telecommunication Union**.
Disponível em: < <http://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>> Acesso em: 15 maio 2016.

LATEX. **Sistema de preparação de documentos LaTeX**.
Disponível em: < <http://www.latex-project.org/>> Acesso em: 15 maio 2016.

LEWIS, J.; MOSCOVITZ, M.. **CSS Avançado**. Novatec, 2010. 416p.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Apresentação – PET**. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12223&ativo=481&Itemid=480> Acesso em: 15 maio 2016.

MORGAN, Walter L.; GORDON, Gary D.. **Communications Satellite Handbook**. Wiley, 1989. 944 p.

NIEDERST, J. **HTML: Pocked Reference**. 2. ed. O'Reilly & Associates, 2002. 33p.

PACIEVITCH, YURI. **HTML**. Disponível em:
<<http://www.infoescola.com/informatica/html/>> Acesso em: 15 maio 2016.

PDF. **Portable Document Format**.
Disponível em: < <http://acrobat.adobe.com/us/en/why-adobe/about-adobe-pdf.html>>
Acesso em: 15 maio 2016.

PET-TELE. **PET – Engenharia de Telecomunicações da UFF**.
Disponível em: <<http://www.telecom.uff.br/pet>> Acesso em: 15 maio 2016.

PHP. **Linguagem de programação PHP**.
Disponível em: <<http://secure.php.net/>> Acesso em: 15 maio 2016.

PYTHON. **Website oficial da linguagem de programação PYTHON**.
Disponível em: <<http://www.python.org>> Acesso em: 15 maio 2016.

RAPPAPORT, Theodore S.. **Wireless Communications: Principles and Practice**. Pearson Education, 2009. 707 p.

SILVA, M. **CSS e Padrões Web**.
Disponível em: < <http://www.maujor.com/index.php>> Acesso em: 15 maio 2016.

STAR ONE. **Website oficial da empresa Embratel Star One**.
Disponível em: <<http://www.starone.com.br/>> Acesso em: 15 maio 2016.

W3SCHOOLS. **CSS Tutorial**.
Disponível em: <<http://www.w3schools.com/css/default.asp>> Acesso em: 15 maio 2016.



DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT OF A WEB APPLICATION TO THE CALCULATION OF A SATELLITE TELECOMMUNICATIONS LINK

***Abstract:** The main objective of this work was to develop and deploy a Web application to the calculation of a satellite telecommunications link, based on a standard procedure of calculation. The initial motivation was to build up a learning tool for students of subjects that address the electromagnetic propagation. In order to develop and deploy a Web application featuring a simple development, installation, maintenance and portability, the following programming languages were used: HTML (HyperText Markup Language), PHP (Hypertext Processor) and CSS (Cascading Style Sheets).*

***Key-words:** Tutorial Education Program (PET), Web Application, Electromagnetic Propagation, Link Calculation, Satellite.*