

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ANÁLISE DE RADIAÇÃO NÃO-IONIZANTE EMITIDA POR
ESTAÇÕES RÁDIO-BASE COM PERDAS CALCULADAS
PELO MODELO DE IKEGAMI-WALFISCH**

PAULO HENRIQUE SALES WANDERLEY

ORIENTADOR: MARCO ANTÔNIO BRASIL TERADA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA
ELÉTRICA**

PUBLICAÇÃO: PPGENE.DM – 373/09

BRASÍLIA / DF: MAIO / 2009

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ANÁLISE DE RADIAÇÃO NÃO-IONIZANTE EMITIDA POR
ESTAÇÕES RÁDIO-BASE COM PERDAS CALCULADAS PELO
MODELO DE IKEGAMI-WALFISCH**

PAULO HENRIQUE SALES WANDERLEY

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA ELÉTRICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.**

APROVADA POR:

**MARCO ANTÔNIO BRASIL TERADA, PhD, ENE – UnB
(ORIENTADOR)**

**PAULO HENRIQUE PORTELA DE CARVALHO, Docteur, ENE – UnB
(EXAMINADOR INTERNO)**

**SIDNEY CERQUEIRA BISPO DOS SANTOS, Doutor, Faculdade Michelangelo
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: BRASÍLIA / DF, 22 de maio de 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

WANDERLEY, PAULO HENRIQUE SALES

Análise de Radiação Não-Ionizante Emitida por Estações Rádio-Base com Perdas Calculadas pelo Modelo de Ikegami-Walfisch

xiv, 123p., 210 mm x 297 mm (ENE/FT/UnB, Mestre, Engenharia Elétrica, 2009).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Elétrica.

1. Radiação Não-Ionizante 2. Propagação Eletromagnética 3. Antenas
4. Modelo de Ikegami-Walfisch 5. UHF

I. ENE/FT/UnB. II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

WANDERLEY, P. H. S. (2009). Análise da Radiação Não-Ionizante Emitida por Estações Rádio-Base com Perdas Calculadas pelo Modelo de Ikegami-Walfisch. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Publicação PPGENE.DM-373/2009, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 123p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR:

PAULO HENRIQUE SALES WANDERLEY

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Análise de Radiação Não-Ionizante Emitida por Estações Rádio-Base com perdas calculadas pelo modelo de Ikegami-Walfisch.

GRAU/ANO: Mestre/2009.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Paulo Henrique Sales Wanderley
CLN 407, Bloco “A”, Ap. 208, Asa Norte
C.E.P.: 70855-510 – Brasília – DF – Brasil.

Dedico este trabalho a todos que me ajudaram neste período
Em especial a minha futura esposa Mirtza,
E a minha família José Neto, Fátima, Rosária e Élide
Obrigado por serem meu apoio

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por ter me dado a vida, a saúde e a sabedoria suficientes para realizar os estudos necessários para finalizar este trabalho.

Agradeço ao orientador e amigo Professor PhD Marco Antônio Brasil Terada pela oportunidade de me aceitar como aluno de mestrado, pela orientação e pela motivação sem as quais este trabalho não seria finalizado.

Agradeço a minha futura esposa Mirtza Fúlvia Maggioli pelo carinho, apoio e compreensão demonstrados desde que nos conhecemos, essenciais para que eu esteja onde estou hoje.

Agradeço a minha família, José Neto Wanderley (pai), Maria de Fátima Sales Wanderley (mãe) e Rosária Maria Sales Wanderley (irmã) pelo incentivo e carinho durante toda a minha vida, em todos os momentos.

Agradeço aos colegas da Caixa Econômica Federal, em especial aos meus superiores nas unidades REROP/BR e JURIR/BR que sempre se mostraram compreensivos e me apoiaram durante este período de dedicação particionada.

Agradeço aos amigos de estudo e de trabalho que me acompanharam durante a realização deste trabalho, sempre me motivando e ajudando a enxergar o melhor lado de todas as coisas.

Agradeço aos meus tios Raimundo Ribeiro Oliveira e Maria da Glória Vanderlei Oliveira por todo apoio e pelo comportamento de pai e mãe que sempre me foi dispensado.

RESUMO

ANÁLISE DE RADIAÇÃO NÃO-IONIZANTE EMITIDA POR ESTAÇÕES RÁDIO-BASE COM PERDAS CALCULADAS PELO MODELO DE IKEGAMI-WALFISCH

Autor: Paulo Henrique Sales Wanderley

Orientador: Marco Antônio Brasil Terada

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Brasília, maio de 2009

Com o aumento da utilização do sistema de telefonia celular, houve um crescimento notável no número de Estações Rádio-Base instaladas em localidades povoadas. Neste contexto, este trabalho pretende mostrar como as Estações Rádio-Base do sistema celular disseminam sua energia no ambiente que as circundam, e através da análise da propagação dessa energia, utilizando simulações computacionais, verificar se as emissões destes sistemas estão de acordo com a regulamentação vigente deste tipo de propagação. Para análise das perdas no caminho de propagação será utilizado o modelo de propagação de *Ikegami-Walfisch*. Neste trabalho se destaca também a utilização de modelos de antenas reais para realização destas simulações. Esta análise de perdas e a utilização de antenas reais aproximam as simulações da condição real do ambiente de propagação que será simulado. Nos casos em que as emissões destes sistemas não estejam em conformidade com a regulamentação vigente, este trabalho também analisa os fatores que geram estas inconformidades do ponto de vista dos parâmetros do sistema celular.

ABSTRACT

ANALYSIS OF NON-IONIZING RADIATION EMITTED BY RADIO-BASE STATIONS WITH LOSSES EVALUATED BY MODEL-WALFISCH IKEGAMI

Author: Paulo Henrique Sales Wanderley

Supervisor: Marco Antônio Brasil Terada

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Brasília, may of 2009

With the increase in the use of cellular telephony, an explosive growth in the number of radio-base stations installed in populated localities is observed. In this context, this work aims to show how the radio-base stations of cellular system spread its energy in the surrounding environment, and analyze the propagation of this energy, using computer simulations to verify whether the emission of these systems follows the current rules specified for this kind of propagation. The propagation model used for evaluation of losses in the propagation path is COST 231 of *Ikegami-Walfisch*. This work also emphasizes the use of real models of antennas to carry out the presented simulations. This analysis of losses and the use of real antennas approximates the simulations with the conditions of the real environment of propagation that is simulated. In the cases that the emissions from these systems are not in accordance with the current regulations, this work also examines the factors that generate these shortcomings in terms of the parameters of the cellular system.