



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Nome do Aluno

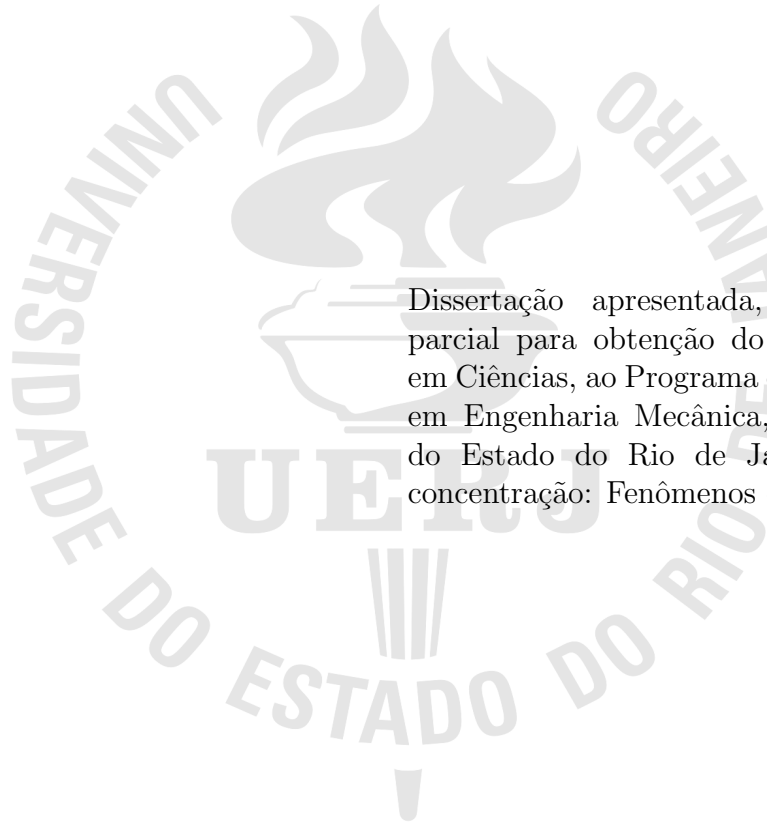
**Título do Trabalho**

Rio de Janeiro

2012

Nome do Aluno

**Título do Trabalho**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Fenômenos de Transporte.

Orientador: Prof. Dr. Nome do Professor

Rio de Janeiro

2012

CATALOGAÇÃO NA FONTE

S237

UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

Sobrenome, Nome do Autor

Título do trabalho / Nome completo do autor. – 2012.  
105 f.

Orientadores: Nome do orientador1;

Nome do orientador1.

Dissertação(Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro, Faculdade de Engenharia.

Texto a ser informado pela biblioteca

CDU 621:528.8

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Nome do Aluno

**Título do Trabalho**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Fenômenos de Transporte.

Aprovado em: 29 de Maio de 2012

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Nome do Professor 1 (Orientador)  
Instituto de Matemática e Estatística da UERJ

---

Prof. Dr. Nome do Professor 2  
Faculdade de Engenharia da UERJ

---

Prof. Dr. Nome do Professor 3  
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ - COPPE

---

Prof. Dr. Nome do Professor 4  
Instituto de Geociências da UFF

---

Prof. Dr. Nome do Professor 5  
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ - COPPE

Rio de Janeiro

2012

## DEDICATÓRIA

Aqui entra sua dedicatória.

## AGRADECIMENTO

Aqui entra seu agradecimento.

É importante sempre lembrar do agradecimento à instituição que financiou sua bolsa, se for o caso...

Agradeço à FAPERJ pela bolsa de Mestrado concedida.

## RESUMO

**SOBRENOME**, Nome *Título do Trabalho*. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, 2012.

Aqui entra o seu resumo organizado em um parágrafo apenas.

Palavras-chave: Palavra1, Palavra2, Palavra3, Palavra 4.

## ABSTRACT

Aqui entra seu resumo em inglês também organizado em apenas um parágrafo.

Keywords: Word1, Word2, Word3, Word4.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Áreas Preditas de Melhor Servidor de Três Setores. ....	12
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quadro Sinótico dos Métodos de Localização.....	14
--	----

# SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
1	<b>EXEMPLO DE CAPÍTULO</b> .....	11
1.1	<b>Conceitos Básicos</b> .....	11
1.1.1	<u>Área Preditada de Melhor Servidor de um Setor</u> .....	11
1.2	<b>Classificação segundo o Método de Cálculo</b> .....	12
1.2.1	<u>Identidade da Célula</u> .....	12
1.2.2	<u>Triangulação</u> .....	13
1.2.2.1	Multi-lateração Circular utilizando RTT .....	13
1.3	<b>Quadro Sinótico</b> .....	14
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	15
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	16

## INTRODUÇÃO

Aqui entra sua introdução!!

## 1 EXEMPLO DE CAPÍTULO

Neste capítulo apresenta-se uma classificação dos métodos de localização bidimensional de MS em redes de telefonia móvel celular. Esta classificação simplificada utiliza apenas três critérios: o método de cálculo, o grau de participação do MS no cálculo de posição e o número mínimo de setores requerido para estimar a localização do MS. Estes critérios constituem o conjunto mínimo necessário para permitir uma avaliação comparativa das diversas soluções de localização disponíveis atualmente. Há, contudo, diversas taxonomias mais abrangentes na literatura [1] [2] [3], não restritas a redes celulares, que utilizam esses e outros parâmetros para a classificação. Por exemplo, algumas taxonomias agrupam os métodos de localização em função do tipo de ambiente (*indoor* ou *outdoor*) onde são aplicáveis [2]. Esta divisão não é seguida aqui, pois diversos métodos, como os de correlação de assinaturas de rádio-frequência, identidade da célula, etc., podem ser aplicados em ambos os ambientes [4].

### 1.1 Conceitos Básicos

Alguns conceitos que serão utilizados na descrição dos métodos de localização precisam ser previamente definidos.

#### 1.1.1 Área Predita de Melhor Servidor de um Setor

É a área geográfica calculada por meio de um modelo de rádio-propagação onde o nível de sinal recebido (RSS - *Received Signal Strength*) predito do setor em questão é maior que o de qualquer outro setor da rede. A Figura 1 ilustra as áreas preditas de melhor servidor de três setores de uma mesma BTS, calculadas aplicando o modelo de predição empírico de Okumura-Hata [5]. O relevo e os prédios são representados na base topográfica digitalizada da região. As perdas adicionais por difração sobre estes obstáculos foram calculadas por meio do modelo de Epstein-Peterson [6].

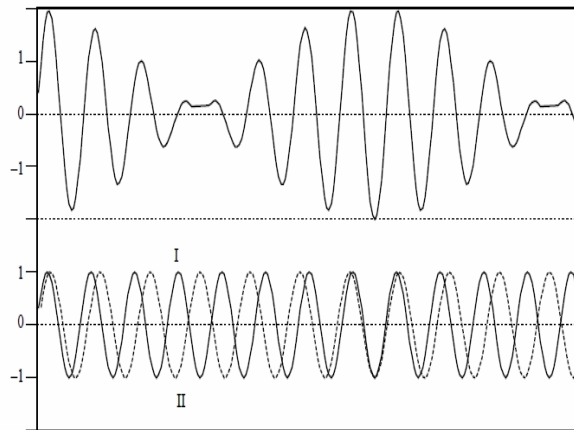


Figura 1 - Áreas Preditas de Melhor Servidor de Três Setores.

## 1.2 Classificação segundo o Método de Cálculo

O primeiro critério de classificação é a maneira pela qual os métodos de localização calculam a estimativa de posição do MS no plano. Para utilizar a geometria euclidiana, é necessário que as coordenadas geográficas dos setores de referência e do MS sejam representadas através uma projeção cartográfica retangular, ou seja, utilizando um sistema de coordenadas cartesianas. Os principais exemplos de sistemas de coordenadas retangulares utilizados em cartografia são o sistema UTM (*Universal Transverse Mercator*) [7], que utiliza a projeção cartográfica transversa de Mercator, e o sistema MGRS (*Military Grid Reference System*) [8].

### 1.2.1 Identidade da Célula

No método de localização da identidade da célula (CID - *Cell Identity*), a posição do MS é assumida como sendo igual à da antena transmissora do setor melhor servidor. O método CID, embora seja de baixa complexidade e elevada disponibilidade, apresenta uma precisão muito dependente da densidade de setores na área de interesse [9]. Assim, o erro de localização pode variar de algumas centenas de metros em áreas urbanas até vários quilômetros em áreas rurais.

### 1.2.2 Triangulação

As técnicas de triangulação utilizam medidas de distâncias (multi-lateração) ou ângulos (multi-angulação) entre o MS e os setores de referência para estimar a localização do MS [1].

Todos os métodos de triangulação presumem condições de propagação com linha de visada (LOS - *Line of Sight*) entre o MS e setores de referência. A propagação por múltiplos percursos e a presença de obstáculos entre o MS e os setores de referência podem corromper as medidas angulares, de tempo e de atenuação no percurso. Assim, a propagação sem linha de visada (NLOS - *Non Line of Sight*) é a principal fonte de erro para esses métodos. Como a propagação NLOS predomina em ambientes urbanos, a precisão dos métodos de triangulação pode ser seriamente comprometida nesses ambientes.

Além da propagação NLOS, outro fator que limita a precisão dos métodos de triangulação é a resolução finita das medidas realizadas na interface aérea e que são utilizadas no cálculo de posição: tempo, RSS e ângulo de chegada. A resolução da medida de RSS depende de especificações da interface rádio. Em redes GSM e WCDMA, por exemplo, os valores de RSS são reportados pelo MS em passos de 1 dB [10] [11]. A resolução da medida angular depende da configuração dos conjuntos de antenas diretivas necessários para estimar o ângulo de chegada, bem como do diagrama de irradiação das antenas utilizadas no conjunto [12].

#### 1.2.2.1 Multi-lateração Circular utilizando RTT

Um valor de RTT pode ser convertido em uma estimativa de distância, através da equação (1.1). O lugar geométrico dos pontos que distam  $\hat{d}_i$  da  $i$ -ésima célula de referência é um círculo de raio  $\hat{d}_i$  centrado na posição desta célula. Esse círculo define o conjunto dos pontos no plano que contém a possível localização do MS, sendo denominado linha de posição (LOP - *Line of Position*).

$$\hat{d}_i = \frac{c \cdot T_s \cdot \text{RTT}_i}{2} \quad (1.1)$$

A medida de RTT tem resolução igual ao período de um símbolo. Porém, por razões de simplificação, utiliza-se a representação por meio de LOPs circulares, com raio igual ao raio interno no anel circular. Quanto menor o período de símbolo, menor é a largura do

anel circular e mais este anel aproxima-se de um círculo. Assim, em sistemas banda larga, como o WCDMA, a utilização de LOPs circulares não introduz erro significativo [13].

### 1.3 Quadro Sinótico

A Tabela 1 resume as principais características dos métodos de localização apresentados neste capítulo: o método de cálculo, a participação do MS no cálculo da posição, a quantidade mínima de setores requerida para calcular a posição do MS e os elementos adicionais necessários na rede de acesso rádio (RAN - *Radio Access Network*). A última coluna informa se o método depende de condições de propagação LOS entre o MS e as células de referência - ou os satélites, no caso do método AGPS - para não sofrer degradação da acurácia de localização.

Como a precisão de um método de localização é fortemente dependente das características específicas da rede onde o mesmo será utilizado - largura de banda, resolução temporal, densidade superficial de setores, ambiente de propagação, etc. - optou-se por não inserir na Tabela 1 valores genéricos de precisão, como os fornecidos em [2].

Tabela 1 - Quadro Sinótico dos Métodos de Localização.

Sigla	Método de Cálculo	Participação do MS	Quant. Mín. de Setores	Elem. adicionais na RAN	Requer LOS ?
AOA	Triang. por multi-angulação	Baseado na Rede	2	Conj. de antenas diretivas	Sim
CID	Identidade da célula	Baseado na Rede	1	-	Não
EOTD	Triang. por multi-lateração hiperbólica	Assistido ou Baseado no MS	3	LMUs	Sim
AGPS	Triang. por multi-lateração circular	Assistido pelo MS	3	-	Sim
CID+RTT	Triang. por multi-lateração circular com RTT	Baseado na Rede	3	-	Sim
CID+RSS	Triang. por multi-lateração circular com perda de propagação	Baseado na Rede	3	-	Sim
AOA+RTT	Híbrido	Baseado na Rede	1	Conj. de antenas diretivas	Sim
AOA+RSS	Híbrido	Baseado na Rede	1	Conj. de antenas diretivas	Sim
AOA+TDOA	Híbrido	Assistido pelo MS	2	Conj. de antenas diretivas	Sim



## CONCLUSÃO

Aqui entra sua conclusão!!

## REFERÊNCIAS

- [1] LIU, H. et al. Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics - Part C: Applications and Reviews*, v. 37, n. 6, p. 1067–1080, November 2007.
- [2] BILL, R. et al. Indoor and Outdoor Positioning in Mobile Environments - a Review and some Investigations on WLAN-Positioning. *Geographic Information Sciences*, v. 10, n. 2, p. 91–98, December 2004.
- [3] GEZICI, S. A Survey on Wireless Position Estimation. *Wireless Personal Communications: An International Journal*, v. 44, n. 3, p. 263–282, February 2008.
- [4] LAITINEN, H.; LAHTEENMAKI, J.; NORDSTROM, T. Database Correlation Method for GSM Location. In: *Proceedings of IEEE 53rd Vehicular Technology Conference*. Rhodes, Greece: [s.n.], 2001. p. 2504–2508.
- [5] HATA, M. Empirical Formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Services. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, v. 29, n. 3, p. 317–325, August 1980.
- [6] YACOUB, M. D. *Foundations of Mobile Radio Engineering*. [S.l.]: CRC Press, 1993.
- [7] LIBAULT, A. *Geocartografia*. [S.l.]: Editora da Universidade de São Paulo, 1975.
- [8] NGIA. *DMA Technical Manual 8358.1 - Datums, Ellipsoids, Grids, and Grid Reference Systems*. Disponível em: <<http://earth-info.nga.mil/GandG/publications/tm8358.1/tr83581b.html>>. Acesso em: 20 de Junho de 2010.
- [9] CAMPOS, R. S.; LOVISOLO, L. Location Methods for Legacy GSM Handsets using Coverage Prediction. In: *Proceedings of IEEE 9th Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications*. Recife, Brazil: [s.n.], 2008. p. 21–25.
- [10] ETSI. *TS 100911 v6.2.0 (1998-07) - Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Radio subsystem link control (GSM 05.08 version 6.2.0 Release 1997)*. 1998.

- [11] 3GPP. *TS 25133, v9.1.0 (2009-09) - 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Requirements for support of radio resource management (FDD) (Release 9)*. 2009.
- [12] KRIZMAN, K. J.; BIEDKA, T. E.; RAPPAPORT, T. S. Wireless Position Location: Fundamentals, Implementation Strategies and Sources of Error. In: *Proceedings of IEEE 47th Vehicular Technology Conference*. Phoenix, USA: [s.n.], 1997. p. 919–923.
- [13] BORKOWSKI, J.; NIEMELA, J.; LEMPIAINEN, J. Enhanced Performance of Cell ID+RTT by Implementing Forced Soft Handover Algorithm. In: *Proceedings of IEEE 60th Vehicular Technology Conference*. Los Angeles, USA: [s.n.], 2004. p. 3545–3549.