



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**CURSO DE GEOGRAFIA**

**ANÁLISE DA DINÂMICA DA COBERTURA DA TERRA: UM**  
**ESTUDO DE CASO SOBRE O AQUÍFERO GUARATIBA**

Discente

***DÉBORA QUERINO DA SILVA***

Junho de 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE GEOGRAFIA

**ANÁLISE DA DINÂMICA DA COBERTURA DA TERRA: UM  
ESTUDO DE CASO SOBRE O AQUÍFERO GUARATIBA**

*DÉBORA QUERINO DA SILVA*

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Bacharel em Geografia, como requisito para a graduação.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>: Gustavo Mota de Sousa

Seropédica  
Junho/ 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE GEOGRAFIA

**“ANÁLISE DA DINÂMICA DA COBERTURA DA TERRA:  
UM ESTUDO DE CASO SOBRE O AQÜÍFERO GUARATIBA.”**

Monografia apresentada ao Departamento de Geociências como requisito para a conclusão do curso de Graduação em Geografia (Bacharelado) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aluno/a: Débora Queiroz da Silva

Orientador/a: [Assinatura]

Professor/a: [Assinatura]

Professor/a: [Assinatura]

Situação: APROVADA

Nota: 8,5

Seropédica/RJ

2016

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus por ter feito planos bem maiores que os meus. A Ele eu Louvo e dou toda honra e Gloria que só a Ele é devida.

Quero agradecer aos meus pais por todo o incentivo à minha caminhada; por terem me ensinados os caminhos corretos. Ao meu pai pelas horas que ele foi meu herói dedicando a vida a minha criação com excelência. À minha mãe por ter me ensinado a ser amiga e dedicada.

À minha irmã, conselheira, quero agradecer por ter desbravado alguns lugares antes de mim mostrando que não é difícil. Aos meus amigos de turma. Galera, obrigada pelo dia-a-dia compartilhado, por terem me aguentado. Eu sei que foi muito difícil, mas foi legal. Admitam! Em especial ao Otavio, pelo seu humor e irmandade; Pedro, por ser um professor pra mim; Grazi, pelas orações e conversas; Felipe, por rir comigo do bacharelado; Douglas pelos abraços e a Rayane, pelos galhos quebrados. Gente, obrigada pelas ajudas, favores, provas, trabalhos, conversas, campos. Obrigada por terem feito dessa graduação um momento mais prazeroso e divertido.

Aos amigos que fiz fora da sala de aula. À galera dos movimentos Alfa e Ômega e ABU, aos amigos da Engenharia Química, aos monitores que deram aquela força nas matérias exatas. E não poderia esquecer as minhas queridas colegas de quarto: Baby, Camila, Célia, Thais, Naty, Maísa e Luciana. Amo vocês.

Aos professores que tive durante toda minha vida acadêmica. Mestres que me ensinaram a ter prazer pelo mundo do ensino. Você são grades exemplos pra mim. Agradeço especialmente ao André Rocha, Leandro Oliveira, Conan Ayade, Regina Cohen e Charles Castro.

Ao meu orientador, Gustavo Mota, pela paciência, por ter aceitado realizar esse trabalho comigo e ter me ensinado muito sobre o geoprocessamento. Sem ele, nada disto teria sido realizado, pela sua ajuda e pelos apontamentos para melhora-lo.

À Petrobras, por ter financiamento das pesquisas ao longo desses dois anos, pois por meio desta puder experimentar a pesquisa durante a graduação. Como também à professora Maria Geralda, pela oportunidade de atuar em conjunto nessa pesquisa.

À UFRRJ, por ter sido um lugar de grande aprendizagem. Tanto acadêmica quanto crescimento pessoal.

Aos meus irmãos de fé que nunca deixaram de falar sobre mim com o Pai.

Aos meus amigos que conheci antes da graduação e que se fizeram presentes em todo o meu curso: Roger, Sumaya, Nicole, Renan, Lucas, Igor, Aninha e todos os meus amigos do ABEU.

À todos estes eu dedico essa monografia e minha graduação.

*“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser, mas Graças a Deus, não somos o que éramos.”*

**(Martin Luther King)**

## RESUMO

O presente estudo tem como área de interesse o Aquífero Guaratiba, localizado no Rio de Janeiro, Brasil, e seus limites estão contidos nos bairros de Guaratiba, Pedra de Guaratiba e Campo Grande. Tendo como objetivo analisar a expansão urbana na região do aquífero com a implantação de estruturas como a construção do Túnel da Grota Funda (2012) e a via Expressa Trans Oeste observados através da dinâmica da cobertura da terra, empregando a classificação por regiões. As classes identificadas durante o período foram área urbana, área rural, mangue, água e floresta. Para atingir os objetivos propostos, foi utilizado sensoriamento remoto com o uso de imagens dos satélites Landsat 5 e 8 compreendendo o intervalo temporal de 2010 a 2015. O aumento da expansão urbana local pode trazer impactos negativos para a região do aquífero, como, por exemplo, elevação dos índices de poluição hídrica bem como uma alteração na capacidade de recarga do aquífero devido ao aumento de área construída. Podem-se constatar nas análises comparativas dos mapeamentos de cobertura da Terra de 2010 e de 2015 os aumentos e as diminuições dos usos. No ano de 2010, 26% de sua área é definida como área urbana, 28% como área rural, 17% de floresta, 26% de mangue e 3% de água. Já no ano de 2015 tem-se como percentual de área de acordo com as classes: 30% área urbana, 23% rural, 20% de floresta e 25% mangue e 2% de água. A conclusão aponta que o aquífero sofre um aumento progressivo na área urbana. E esse aumento mostra-se em várias vertentes de aglomeração urbana como também o registro da mudança de cobertura da terra. Essas mudanças identificadas em longo prazo podem influenciar negativamente as águas subterrâneas, pois as mesmas tratam-se de ambientes vulneráveis.

**Palavras Chaves:** Sensoriamento Remoto; Dinâmica de Cobertura da Terra; Aquífero e Classificação, Expansão Urbana.

## ABSTRACT

This paper has the objective of verifying the urban expansion and recent urban occupation at the aquifer's region after the Grota Funda Tunnel's (2012) and the Transwest Highway's structures' implantation, as well as understanding the dynamics of the earth coating by employing the classification by regions with urban area, country area, mangrove and water classes. As an area of interest, the one that is specifically highlighted is the Guaratiba's Aquifer, located in Rio de Janeiro, Brazil, whose borders are within the Guaratiba's, Pedra de Guaratiba's, and Campo Grande's neighborhoods. It is necessary to emphasize the very few quantity of researches made related to this particular theme in the aquifer's area. To accomplish the proposed goals, the remote sensing with the use of images from the Landsat satellites 5 and 8, ranging from 2010 to 2015 period, was used. A possible increasing of the local population is verified, which brings negative impacts to the Guaratiba's Aquifer, such as the elevation of the water pollution indicator, as much as an alteration in the aquifer's refilling capability due to the growth of the built areas, since aquifer regions are usually highly vulnerable.

It is possible to verify in the 2010's and 2015's earth coating comparative analysis both increases and decreases of its use. In the year of 2010, 26% of its area is defined as urban area, 28% as country area, 17% as forest, 26% as mangrove, and 3% of water. In the year of 2015, however, follows the percentual of area according to their class: 30% of urban area, 23% of country area, 20% of forest, 25% of mangrove, and 2% of water. The conclusion points out that the aquifer is affected by a large and progressive expansion of its urban area. And this expansion shows itself in many divisions of urban agglomeration as well as the earth coating's register's changes. These changes, being observed in a long-term period of time, may negatively influence subterranean waters, seeing that these waters are but vulnerable environments.

**Key-words:** Remote Sensing; earth's coating dynamics; aquifer and classification; urban expansion.



## **Sumário**

<b>CAPITULO I – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Considerações iniciais.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>1.4 Justificativa.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Aquífero .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Expansão urbana .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3. Geotecnologias.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.1 Geoprocessamento.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.2 Sensoriamento remoto .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO III - ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO IV- METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 Materiais.....</b>	<b>22</b>
<b>4.2 Métodos.....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO V - RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>28</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>38</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>39</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Localização do Aquífero Guaratiba .....	19
Figura 2: Venda de apartamento .....	20
Figura 3: Apartamento próximo ao shopping .....	21
Figura 4: Fluxograma metodológico .....	22
Figura 5 Segmentação da imagem .....	24
Figura 6: Cobertura da Terra – 2010 .....	28
Figura 7: Cobertura da Terra -2015 .....	30
Figura 8: Arruamentos presentes no aquífero .....	32
Figura 9: Quantitativos de cobertura da terra no Aquífero Guaratiba .....	34
Figura 10: Gráfico da dinâmica da cobertura da terra .....	35
Figura 11: Dinâmica da Cobertura da terra .....	36

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Definição das classes .....	25
Tabela 2: Classes de mudança .....	27

## Capítulo I – Introdução

### 1.1 Considerações Iniciais

O objeto de estudo da pesquisa é compreender a dinâmica da cobertura da terra no aquífero de Guaratiba, localizado no Rio de Janeiro, cujos limites estão nos bairros de Guaratiba, Pedra de Guaratiba e Campo Grande. Esse aquífero foi estudado em sua estrutura, no qual, *“partir dos dados levantados foi possível estabelecer a ocorrência de um aquífero intergranular na Região Administrativa de Guaratiba com área de abrangência significativa. A estes sedimentos quaternários denominou-se como “Aquífero Guaratiba” devido à dimensão do aquífero e sua importância para abastecimento humano.”* (CARVALHO et al , 2009). Os estudos realizados na região para a averiguação do aquífero de Guaratiba foram desenvolvidos a partir de fotointerpretação e trabalhos de campo que visavam avaliar as águas subterrâneas da região, seu potencial de recarga, circulação e armazenamento.

Diante disso, por meio do Projeto de Fomento à formação de recursos humanos em Gestão Integrada do Uso das Águas Subterrâneas em Aquíferos Porosos e Fraturados – Aquífero Guaratiba, por meio da criação do PRH-PB 239, foi constituído a pesquisas fim de caracterizar a região em diversos aspectos.

Uma das características notadas na composição da região foram as alterações na paisagem causadas pela intensa ocupação urbana. Onde no passado haviam sítios, atualmente há ocupação gradativa por condomínios, indústrias e casas populares, permanecendo ainda produção agrícola de hortas ou plantas ornamentais. Portanto, faz-se necessário o estudo da dinâmica da cobertura da terra na localidade.

Mediante o possível aumento da área urbana, nossa hipótese de trabalho é que expansão urbana local traz impactos negativos para o aquífero Guaratiba, como, por exemplo, elevação dos índices de poluição hídrica bem como uma alteração na capacidade de recarga do aquífero devido ao aumento de área construída. Segundo (FEITOSA, 2008), o aumento da densidade populacional pode ser uma indicativa de poluição, à revelia dos limites da metodologia aqui empregada com base em sensoriamento remoto e, portanto, insuficiente de demarcar sem as devidas análises e aferições laboratoriais.

A estruturação do trabalho está dividida em 5 capítulos que correspondem à apresentação da introdução, fundamentação teórica, área de estudo, metodologia, resultado e discussões. No Capítulo 2, levantou-se a fundamentação teórica utilizada no trabalho. Entendendo o aquífero como a base do estudo, este deve ser exemplificado, tal como sua relação com a expansão urbana e, desta forma, discutir conceitos como expansão e de que forma o uso das geotecnologias pode ser feito para analisar a expansão.

No Capítulo 3, demonstra-se onde o aquífero se encontra para analisar como se deu a expansão urbana, além de ser realizado um levantamento histórico da área. No Capítulo 4, é apresentado como o geoprocessamento torna-se ferramenta eficaz para analisar toda a expansão urbana na área do aquífero. E discute-se a metodologia de sensoriamento, correção atmosférica e como a classificação contribui para entender a dinâmica da paisagem. Depois de toda a metodologia ser aplicada nas imagens de satélite, no capítulo 5 compara-se as classificações analisando a mudança e como ela influencia o aquífero.

## **1.2 Objetivo Geral**

Identificar as mudanças da cobertura da terra entre os anos de 2010 e 2015 através de imagens dos sensores TM/Landsat 5 e OLI/Landsat 8 no aquífero Guaratiba, visando a análise de impactos ambientais.

## **1.3 Objetivos Específicos**

Estruturar um banco de dados e mapas para a compreensão de um Aquífero denominado Aquífero Guaratiba.

Realizar correção atmosférica nas imagens TM/Landsat 5 e OLI/Landsat;

Identificar as classes de cobertura da terra pertinentes à região do Aquífero;

Analisar os impactos decorrentes das mudanças de cobertura da terra.

## **1.4 Justificativa**

O abastecimento de água do Município do Rio de Janeiro, segundo o (INSTITUTO TRATA BRASIL,2016), “*entre as capitais avaliadas, o Rio ocupa a 11ª posição*”. A realidade na região apresenta, de acordo com os moradores, um

abastecimento obsoleto que leva a utilização das águas do aquífero pela população local. Diante disso, é necessário entender a localidade espacialmente para visualização das áreas de expansão propiciando uma discussão sobre os impactos causados.

Outro fator importante é a continuidade de estudos que visam à atualização de dados sobre a localidade.

## Capítulo II - Fundamentação Teórica

Este capítulo destina-se a discutir a base teórica conceitual que será utilizada no trabalho. Deste modo, a fundamentação teórica utilizada abrange o Aquífero e a expansão urbana que ocorre sobre o mesmo; semelhantemente as geotecnologias, como Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto.

### 2.1 Aquífero

Um aquífero ocorre quando há o armazenamento e transmissão de água, de acordo com CPRM (2016) trata-se de uma *“formação geológica que contém água e permite que quantidades significativas dessa água se movimentem no seu interior em condições naturais que é composto por formações permeáveis, tais como os arenitos e areias.”*

No caso do aquífero Guaratiba, existe esse armazenamento e transmissão. Por esse motivo são descartados os conceitos de aquíclode (armazena e não transmite a água) e aquítarde (que não armazena, nem transmite a água). O Guaratiba é um aquífero intergranular; ou seja, um aquífero formado por rochas sedimentares do quaternário. Sendo assim, o mesmo caracteriza-se como um aquífero poroso.

A saber, o aquífero estudado de acordo com (CARVALHO *et al.*,2009) *“é constituído por intercalações de materiais arenosos e argilosos, depositados nas baixadas, ocupando espaços entre as elevações, que ocorrem nas Regiões Administrativas de Campo Grande e Guaratiba com água subterrânea armazenada a pouca profundidade.”*

A infiltração de um aquífero depende basicamente do tipo e da condição do material terrestre. Considerando o tipo de material terrestre, podemos salientar os exógenos como a ocupação do solo e a cobertura vegetal existente.

Ao falar dos tipos de usos exógenos (TEIXEIRA *et al.*,2009) expõe que *“o avanço da urbanização e a devastação da vegetação tem influenciado significativamente a quantidade de água infiltrada em adensamentos populacionais e zonas de intenso uso agropecuário”*.

## 2.2 Expansão Urbana

A urbanização do Brasil é tardia, e a prova disso dá-se por conta da população urbana ser maior que a rural em 1970 quando os dados censitários do IBGE explicitam esta mudança. Da mesma forma o município do Rio de Janeiro passou por inúmeras mudanças em sua paisagem, em que sua urbanização se deu antes mesmo do Brasil como um todo pelo período em que era a Capital do País. Em 1940, a população do Rio de Janeiro (Distrito Federal) era dividida em 46 % urbana, 39 % suburbana e 13 % rural. (SAGMACS,1960)

Já a Zona Oeste da Cidade teve a sua expansão urbana iniciada a partir da década de 1970 com a implantação de quatro distritos industriais (Santa Cruz, Palmares, Paciência e Campo Grande) e com a Implantação da Avenida das Américas. (DAMAS, 2008). E hoje a área do aquífero Guaratiba situa-se sobre o mesmo processo de expansão sendo atenuado segundo (PIZZOLATO, 2013):

*“pelo surgimento na Barra da Tijuca do boom da construção civil e da oferta de espaços e novos empreendimentos empresariais, determinando forte expansão demográfica de Guaratiba, especialmente atrativa para a crescente força de trabalho, cuja renda era insuficiente para habitar a própria Barra da Tijuca”.*

Tendo em vista que o desenvolvimento urbano causa uma profunda mudança na paisagem, podendo influenciar na vida das pessoas que residem na área em expansão, torna-se necessária a discussão sobre a expansão urbana na área do aquífero Guaratiba em que (DG TERRITÓRIOS, 2013) entende que se trata de *“qualquer transformação territorial que tenha por objeto ou por efeito”* com o aumento da área total de solo urbanizado e a consequente a ampliação do perímetro urbano.

## 2.3. Geotecnologias

### 2.3.1 Geoprocessamento

O geoprocessamento possui diversas abordagens que se complementam devido à grande gama de áreas da pesquisa. O geoprocessamento, como nos aponta (SILVA,



2009), é, um conjunto de conceitos, métodos e técnicas erigido em torno de um instrumental tornado disponível pela engenhosidade humana. Já (ROCHA, 2000) lembra que o geoprocessamento procura abstrair o mundo real, transferindo ordenadamente suas informações para o sistema computacional e (FITZ, 2008) nos diz que essa técnica busca a realização de levantamentos, análises e cruzamentos de informações georreferenciadas.

Diante disso, o uso do geoprocessamento neste estudo visa à utilização de levantamento de dados e a realização de análises realizadas que visam o início da construção de um Sistema de Informações Geográficas do Aquífero Guaratiba.

### 2.3.2 Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto é definido por NOVO (2010) como sendo:

*“a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos para a transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações”.*

Deste modo, o uso desta será utilizado na análise de dois períodos, observando que é possível a obtenção desses dados na região do Aquífero.

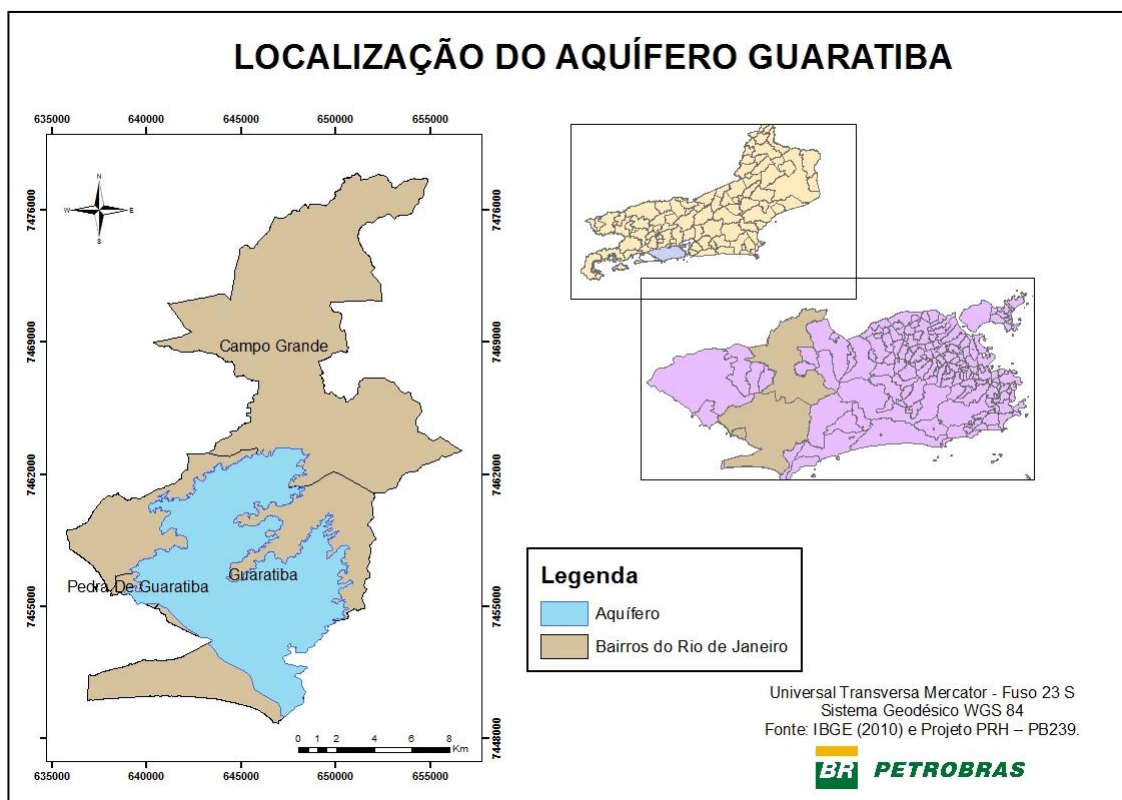
A identificação da situação da área de estudo se dará por meio da classificação de cobertura da terra que de acordo com NOVO (2010):

*“É o processo de atribuir significado a um pixel em função de suas propriedades numéricas [...]. As técnicas de classificação visam, em última análise, atribuir a cada pixel um rótulo em função das propriedades espectrais ou espaciais.”*

A técnica de classificação escolhida para este estudo foi de classificação por região, pois esse processo possui a vantagem de apresentar resultados mais rápidos em que não se exige grandes edições na etapa de pós processamento. De acordo com Silva (2014) *“a classificação por região se coloca como alternativa de mapeamento do uso e cobertura do solo, pois, além do nível de cinza da imagem, considera, também, a situação espacial de um conjunto de pixels semelhantes (região) em relação aos pixels que cercam esse conjunto.”*.

### **Capítulo III - Área de Estudo**

O aquífero de Guaratiba está localizado na zona oeste do município do Rio de Janeiro e a sua extensão abrange os bairros de Pedra de Guaratiba, Guaratiba (conhecida popularmente como Ilha de Guaratiba) e Campo Grande (Figura 1).



O aquífero de Guaratiba possui uma área de aproximadamente 315 km<sup>2</sup>. Sua extensão apresentava características rurais até meados do século passado. A área apresenta desenvolvimento urbano no início da década 60 com o desenvolvimento industrial da Zona Oeste, em especial o bairro de Campo Grande, Paciência e Santa Cruz com a implantação dos distritos industriais. A escolha da Zona Oeste para conter os distritos industriais está relacionada ao baixo preço das terras, áreas amplas e de baixa ocupação populacional. O que transformou a paisagem nos anos subsequentes com a criação de novas infraestruturas (DAMAS, 2008).

Essas infraestruturas trouxeram o desenvolvimento para a região de Guaratiba com a inserção de áreas com usos residenciais, agrícolas e industriais. A recente ocupação

urbana da Região do aquífero se dá com a implantação de estruturas como a construção do Túnel da Grota Funda (2012) e a via Expressa Trans Oeste.

Percebe-se que a área é marcada por transformações que se iniciaram na década de 60, apresentando característica que podem ser conceituada tanto como rural quanto de baixa ocupação humana, com muitas áreas de AP (áreas de preservação). Contudo, a partir de 2012 com as construções de estruturas como vias de ligação com outros bairros do Rio de Janeiro, como também o Parque Shopping, dá-se uma expressiva expansão imobiliária na região, como é possível ver com as propagandas de venda de apartamentos (Figuras 2 e 3).



Figura 2: Venda de apartamento

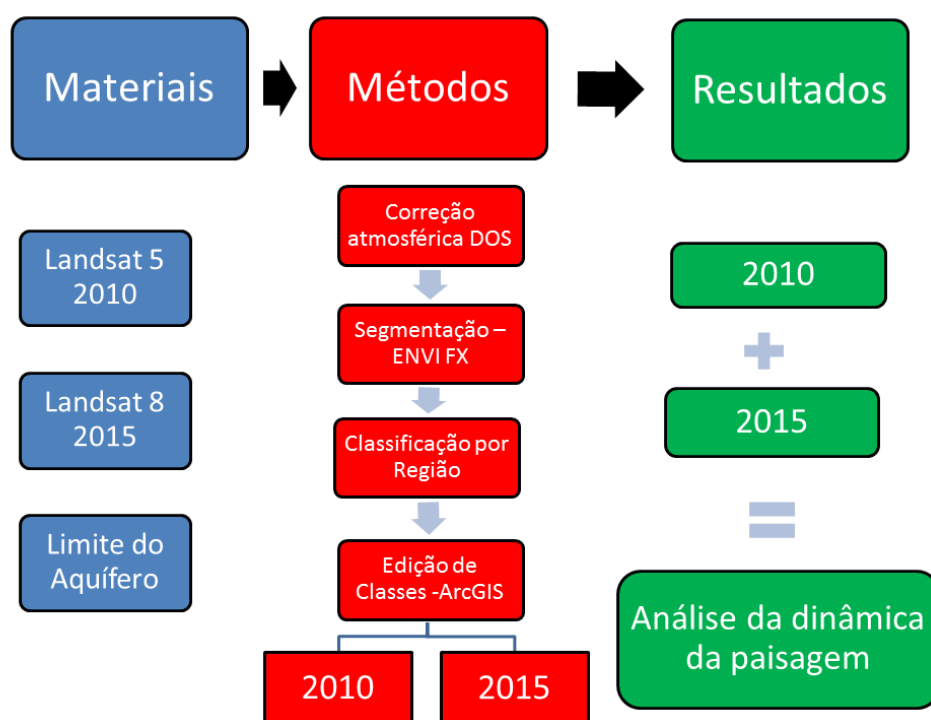


**Figura 3: Apartamento próximo ao shopping**

Atualmente, a Região Administrativa de Guaratiba apresenta uma reestruturação urbana com a mudança de casas de veraneio e propriedades rurais para loteamentos, regulares e irregulares (PIZZOLATO, 2013) e (CONSEMAC, 2015).

## Capítulo IV- Metodologia

A metodologia para realização desse trabalho consiste na divisão do mesmo em etapas, sendo elas: a obtenção de bases do aquífero, aquisição de imagens de satélite, aplicação de técnica de correção atmosférica e classificação da cobertura da terra e sobreposição de dados para obtenção da dinâmica de Cobertura da Terra. A metodologia aplicada pode ser vista no fluxograma a seguir (Figura 4):



### 4.1 Materiais

Na primeira etapa da pesquisa, reuniram-se dados referentes à delimitação da área de estudo que foi reprojeto de SAD 69 (South American Datum) para o Sistema Geodésico WGS 84 (World Geodetic System).

As imagens, utilizadas nesta etapa, são do satélite Landsat (Land Remote Sensing Satellite). Parte de uma série de plataformas orbitais lançadas desde 1972 pela NASA. O último satélite lançado é o Landsat 8 que está em funcionamento. De acordo com USGS:

Figura 4: Fluxograma metodológico

*A missão Landsat representa a mais longa e continuamente adquirida coleção de dados de sensoriamento remoto terrestre baseada no espaço de moderada resolução. Quatro décadas de imagens fornecem um singular recurso para aqueles que trabalham na agricultura, geologia, silvicultura, planejamento regional, educação, mapeamento e pesquisa em mudanças globais.*

Para este estudo foram obtidas imagens dos satélites Landsat 5 e 8 com passagem nos dias 15/06/2010 e 15/08/2015, respectivamente, na órbita-ponto 217-76 correspondente à área do aquífero. Todos os processamentos com imagem de satélite foram realizados no *software* ENVI 5.0.

## **4.2 Métodos**

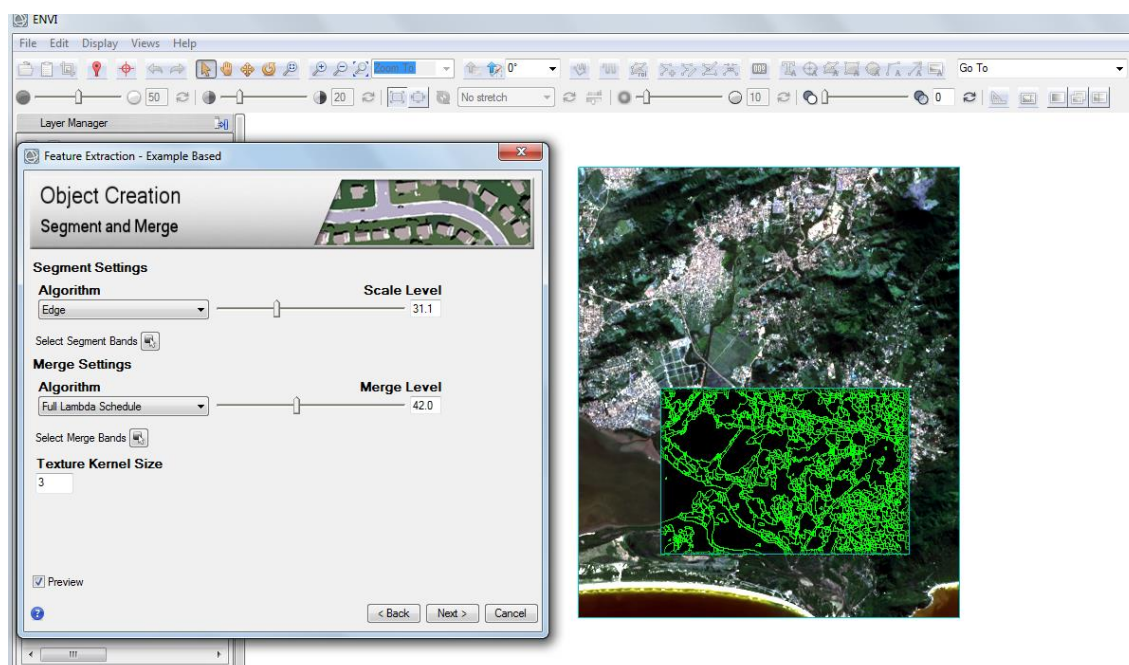
As imagens adquiridas foram pré-processadas com a técnica de correção atmosférica, utilizando o método pixel escuro, também conhecido com DOS (*Dark Object Subtraction*), proposto por Chavez (1989):

*“No método DOS assume-se que há uma grande probabilidade de existir alvos (pixels) escuros nas imagens, como sombras ocasionadas pela topografia ou por nuvens, os quais deveriam apresentar um ND muito baixo na imagem, equivalente a cerca de 1% de reflectância”.*

Esse método foi utilizado, pois era necessário que as imagens tivessem a mesma escala radiométrica. É necessário mencionar que esse não é melhor método de correção atmosférica, mas o mesmo atende aos objetivos propostos do nosso trabalho.

Para obtenção da classificação das imagens foi utilizado o módulo *Feature Extration do ENVI*, o qual realiza uma segmentação da imagem por região. Este método apresenta melhor resposta que a classificação supervisionada, pois o treinamento do pixel

é um processo subjetivo, de acordo com MOREIRA (2011). A imagem é dividida em regiões homogêneas, em que algumas áreas são utilizadas como treinamento do classificador. A homogeneidade é feita pelo software (Figura 5), porém os critérios de similaridade são fornecidos pelo analista.



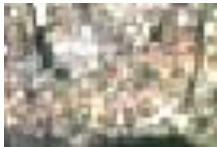

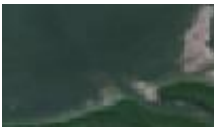
**Figura 5: Segmentação da imagem**

Com base nos conhecimentos da área de estudo, objetivos da classificação e mediante os trabalhos de campo, buscou-se a melhor segmentação possível. Esta segmentação realizada nas imagens Landsat 8 e Landsat 5 teve o seguinte valores, respectivamente, Segment Settings 32.7 e Merge Settings 46.7 ; Segment Settings 20.0 Merge Settings 50.0 .

Para elaboração de uma legenda, foram utilizadas as classes de Área Urbana, Área Rural, Água, Mangue, Vegetação. A definição das classes de uso levaram em consideração o conhecimento da área de estudo, sendo estas descritas na tabela 1.



**Tabela 1: Definição das Classes**

Nome da classe	Definição
<p>Área Urbana</p> 	Áreas de uso intenso, formada por aglomerados urbanos e sistema viário. Ausência de área com solo agrícola.
<p>Área Rural</p> 	Grandes campos e zona urbana de baixa densidade.
<p>Floresta</p> 	Formações arbóreas, incluindo áreas de floresta densa. Além de vegetação porte médio e baixo. Tendo sua cobertura vegetal variando de fechada a aberta.
<p>Água</p> 	Corpos hídricos fluviais e baía.
<p>Mangue</p> 	Transição entre os ambientes terrestre e marinho, zona úmida.

Após a definição das classes coube a realização da aquisição de amostras de treinamentos obtidas a partir da segmentação realizada. Essa análise visual tem como objetivo examinar e identificar objetos estabelecendo significado de acordo com a classe que o analista avalia pertencer.

A classificação por Região empregou-se para classificar as classes anteriormente selecionadas. Esta usa duas informações espectrais correspondentes aos pixels e a relação deles com seus vizinhos. Criando áreas homogêneas de acordo com a região e as propriedades espectrais (DPI, 2016). Os passos seguintes envolvem a execução da coleta de amostras de treinamento, identificando amostras correspondentes a cada classe previamente definida na área de estudo. Após a análise das amostras que é realizada a execução da classificação. Contudo, verificam-se possíveis áreas não classificadas que serão corrigidas posteriormente. Após estas etapas, o mapeamento realizado é inserido no ArcGIS para edição realizada com base em idas a campo e interpretação da imagem, que propiciaram na finalização do mapeamento temático..

A validação consistiu em edições com o auxílio de imagens de alta resolução disponíveis no Google Earth, pois o mesmo atendeu as necessidades como uma base de validação da classificação.

Ambas as imagens passaram por toda a metodologia de correção, segmentação e classificação. Gerando desta forma, dois mapas de cobertura da terra dos anos de 2010 e 2015. Desse modo, permitindo uma análise de monitoramento de mudanças de cobertura da terra que propicia o entendimento de fenômenos diagnósticos e prognósticos (JENSEN, 2009).

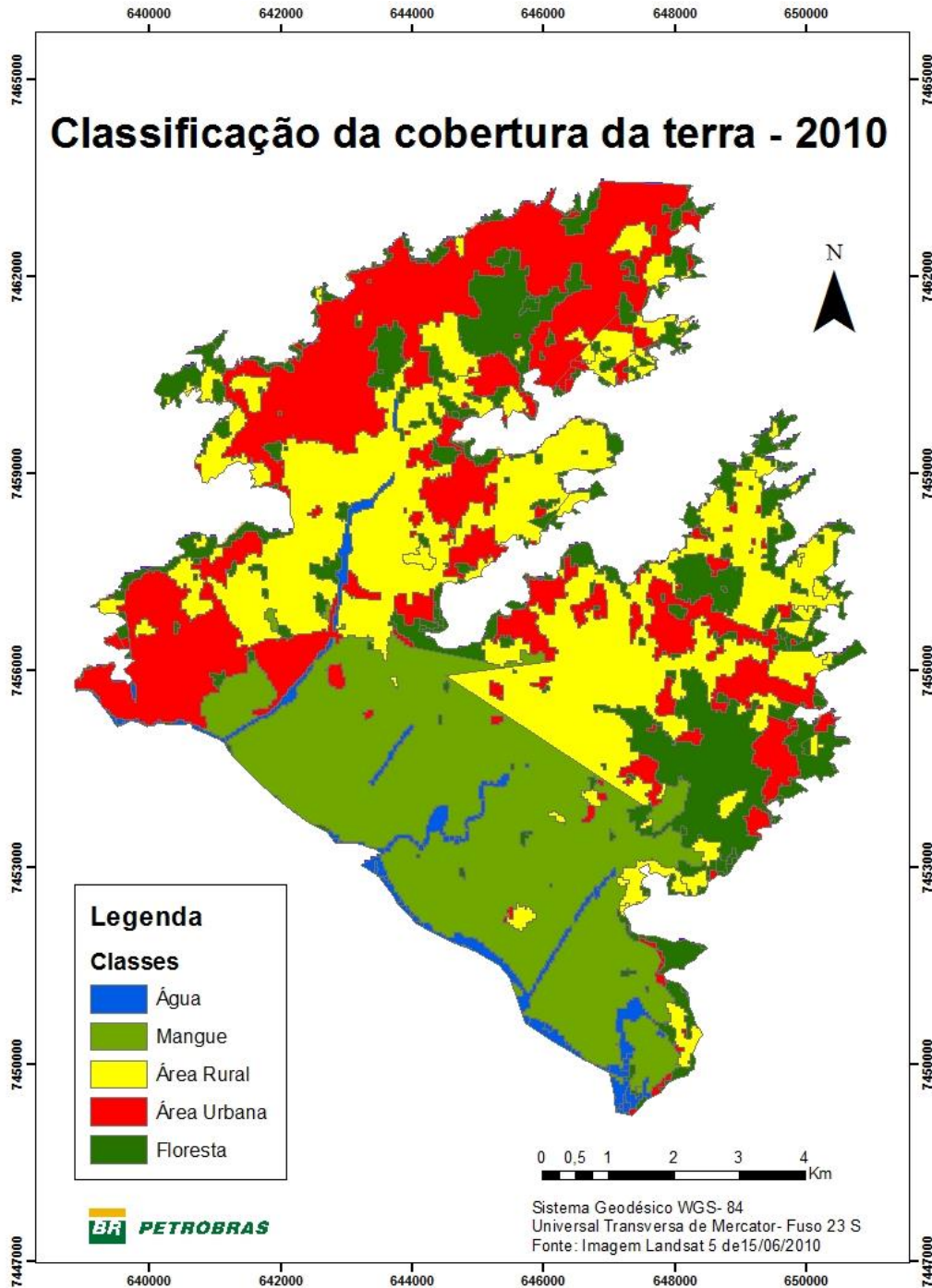
Assim sendo, os mapas de classificação de cobertura da terra de 2010 e 2015 foram transformados para o formato *raster*. Para obtenção da dinâmica de cobertura da terra, ambos os mapas foram processados através de combinação dos resultados obtidos (ferramenta *combine*). O resultado da combinação entre os mapas de cobertura da terra gerou 25 classes de mudança (Tabela 2), e a partir deste resultado elaborou-se um mapa temático de dinâmica de cobertura do aquífero Guaratiba.

**Tabela 2: Classes de mudança**

Combinações	Classe 2010	Classe 2015
1	Área Rural	Água
2	Água	Água
3	Mangue	Água
4	Área Urbana	Água
5	Floresta	Água
6	Floresta	Área Rural
7	Área Urbana	Área Rural
8	Área Rural	Área Rural
9	Água	Área Rural
10	Mangue	Área Rural
11	Área Urbana	Área Urbana
12	Floresta	Área Urbana
13	Área Rural	Área Urbana
14	Água	Área Urbana
15	Mangue	Área Urbana
16	Área Rural	Mangue
17	Floresta	Mangue
18	Área Urbana	Mangue
19	Mangue	Mangue
20	Água	Mangue
21	Área Urbana	Floresta
22	Floresta	Floresta
23	Área Rural	Floresta
24	Água	Floresta
25	Mangue	Floresta

## Capítulo V - Resultados e Discussões

Com base na metodologia descrita, pode-se chegar à elaboração de mapas de cobertura da Terra do ano de 2010 e 2015. Analisando separadamente os mapas, tem-se



no mapa de cobertura da Terra de 2010 (Figura 7), 26% de sua área definido como área urbana, 28% como área rural, 17% de floresta, 26% de mangue e 3% de água.

A característica com maior representação na área estudada é área rural, o que pode ser comprovado mediante as informações já descritas aqui, no qual no ano estudado os logradouros apresentavam baixa densidade; sendo assim, a localidade era constituída basicamente de casa de veraneio e propriedade rurais. A urbanização no município é decorrente da expansão industrial em toda zona Oeste e já constitui a realidade do município do Rio de Janeiro todo, por isso a característica de área urbana apresenta o percentual de 26%. A classe floresta apresenta-se nas bordas do aquífero, tendo como principal característica o aumento de sua densidade da floresta nas Serras Cantagalo e do Serra Inhoaíba. A classe água verifica-se no litoral da região e nos canais. Por fim, se compõe como parte das classes a área de mangue que se verifica na parte sul do mapa que apresentando uma área bastante significativa da localidade por ter uma formação costeira bastante preservada.

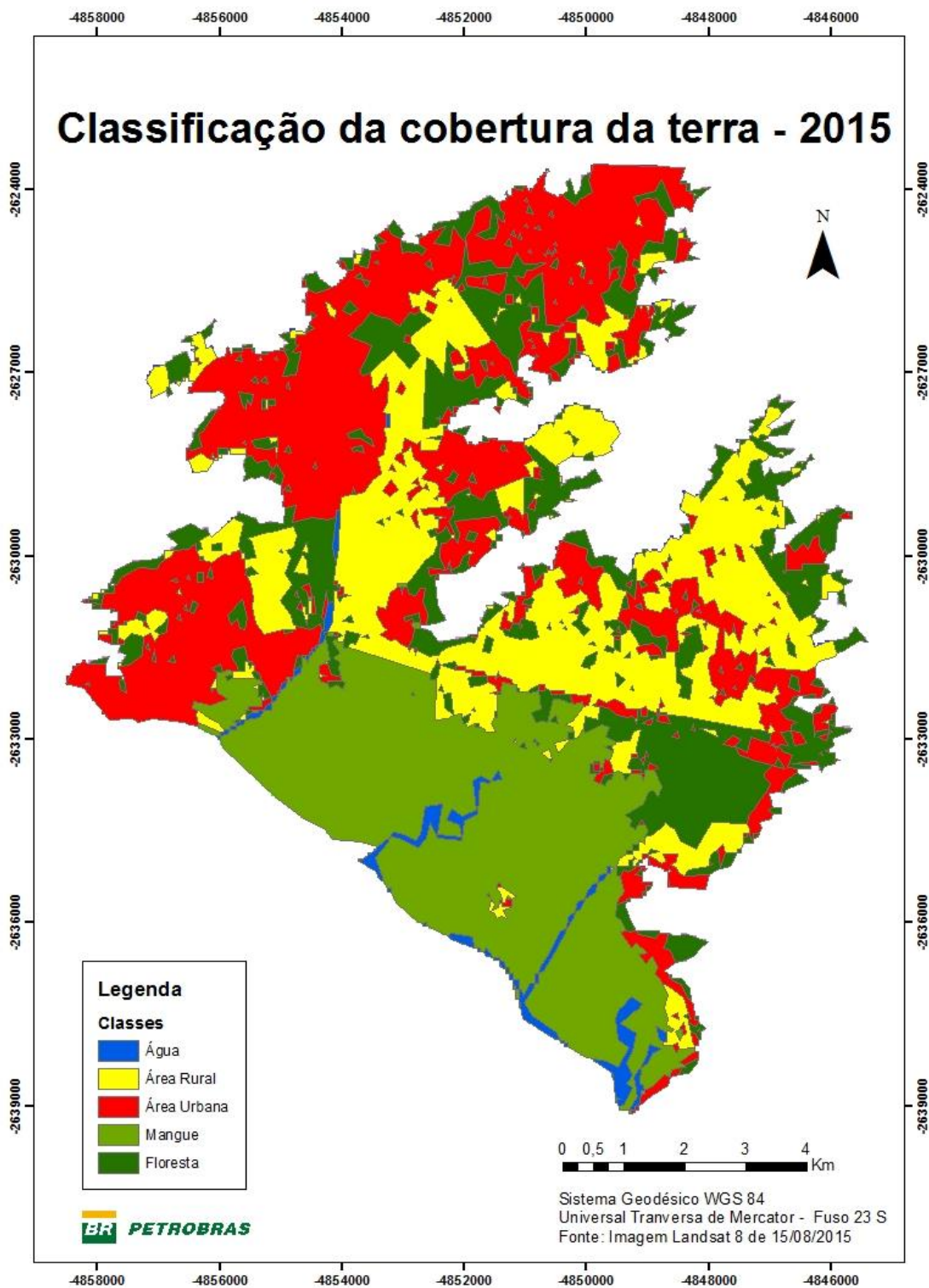
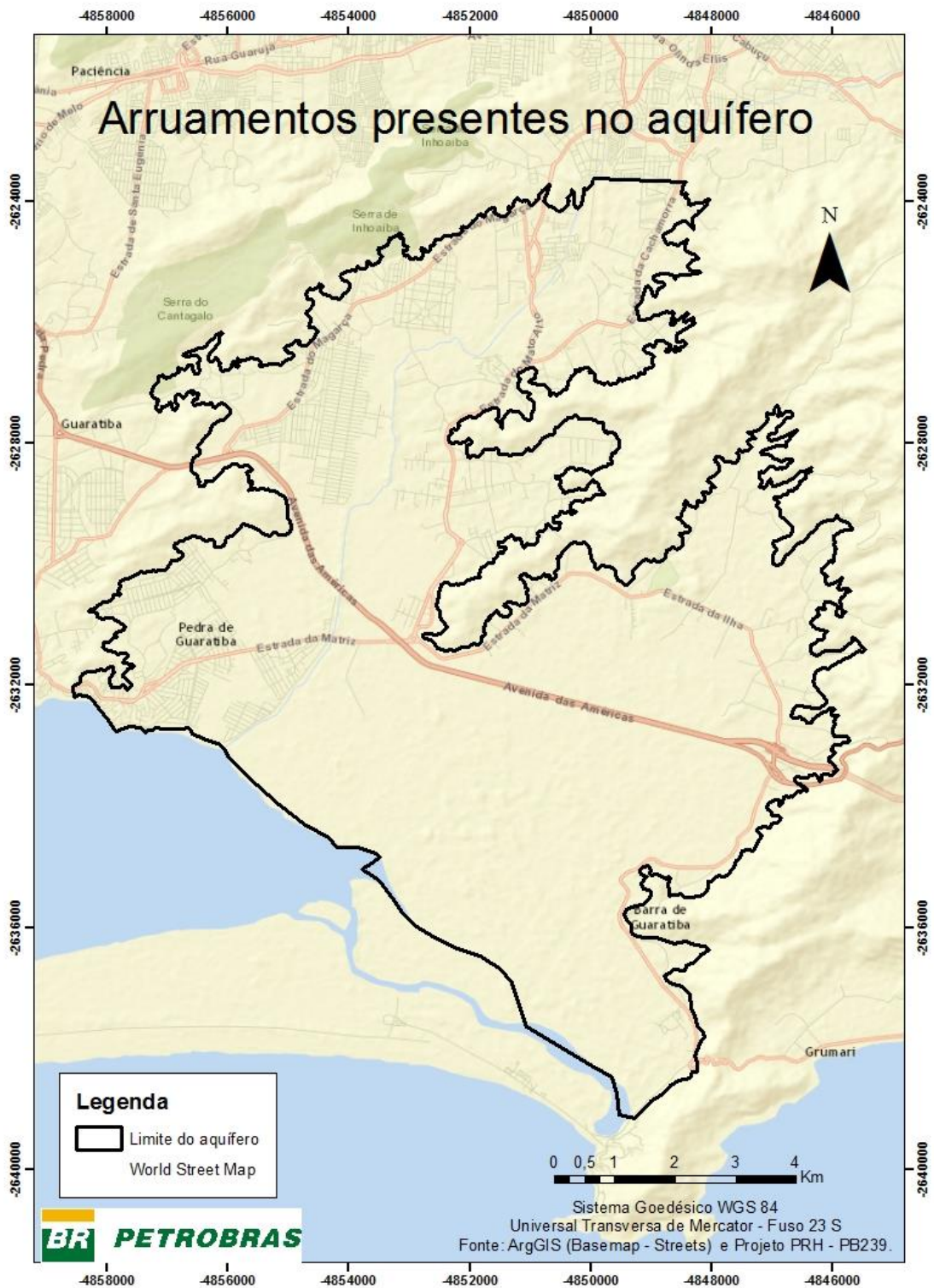


Figura 7: Cobertura da Terra - 2015

Já no mapa de cobertura da terra do ano 2015 (Figura 8), há como percentual de área de acordo com as classes, 30% área urbana, 23% rural, 20% de floresta e 25% mangue e 2% de água. Analisando esses percentuais, percebe-se que a característica com maior representação é a área urbana. Compreendendo 30% da área de estudo, a localidade apresenta forte urbanização devido às infraestruturas implementadas na região nos últimos 5 anos, a qual acarretou em uma reestruturação da paisagem. Não se pode deixar de destacar que a área rural da região ainda apresenta forte influência, tendo 23% da área total do aquífero, pois apesar da forte urbanização, a área apresenta grandes faixas com baixa densidade e propriedades rurais. As demais classes são apresentadas pela classe de floresta, que se dá nos limites do aquífero e no encontro com as Serras, além de ser vista sempre próximas a área classificada como rural, pois se tem a presença de vegetação nas propriedades rurais e sítios. A classe de água apresenta-se nos rios ao longo do aquífero e no litoral do mesmo. A área de mangue apresenta-se ao sul e tem 25% do total do aquífero por se tratar de um a zona de preservação característica de Guaratiba.



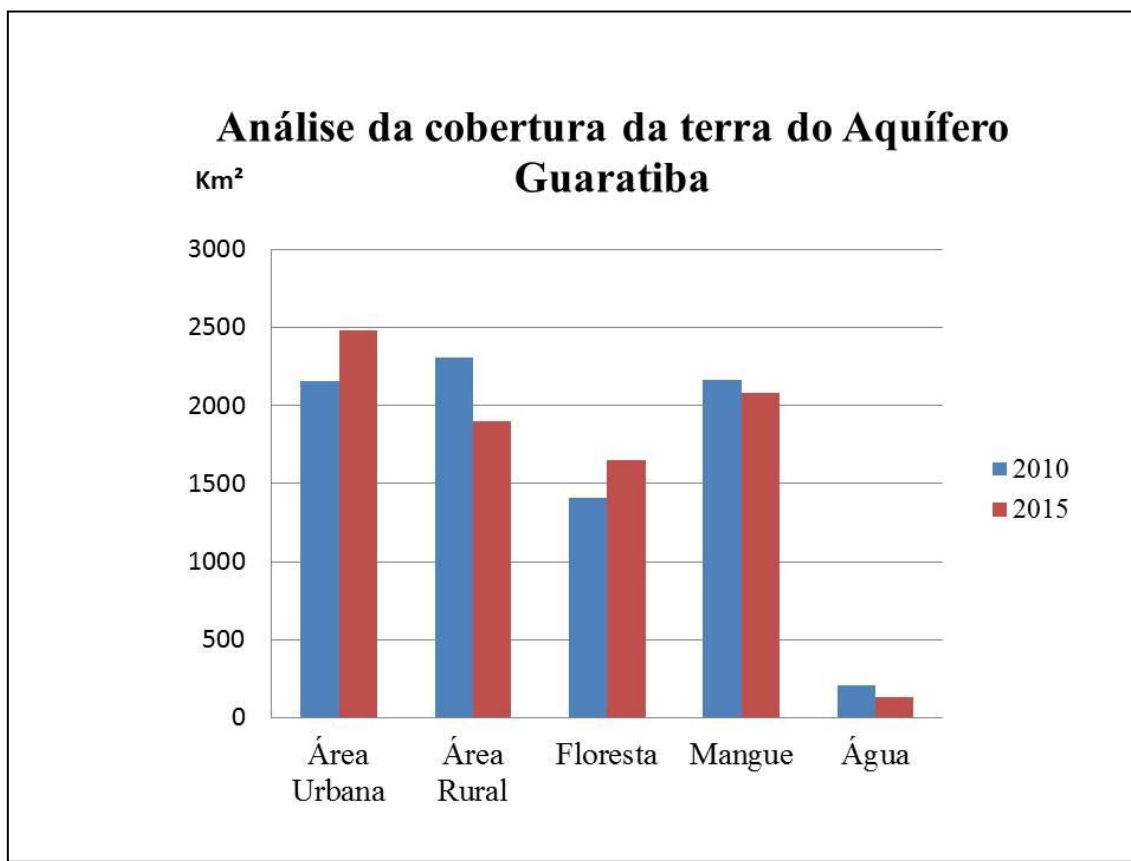


Ao realizar uma comparação visual dos mapas de cobertura da terra percebem-se a presença de transformações; e para visualizar as transformações, utiliza-se um mapa de ruas (Figura 8).

As transformações são percebidas a noroeste do mapa com adensamento da área urbana. Estas se mostram nas proximidades da Estrada do Magarça, como também na vertente nordeste onde se encontra o Parque Shopping. Concorda-se que transformações de uso e a valorização crescente da terra (construção de infraestruturas) são poderosos indutores para a ocupação do solo. Nota-se também um adensamento ao centro-norte do mapa, onde se encontra o Bairro de Pedra de Guaratiba, o bairro com maior número de pessoas da Região Administrativa de Guaratiba, segundo o censo 2010. Esta aglomeração é maior na Estrada na Matriz. Comparado o mapa de 2010 com o de 2015, a área de preservação do Mangue próximo a Guaratiba tem sido alterada por áreas rurais.

Ao Centro leste da área podem-se constatar duas vertentes de urbanização. Estas se localizam na Estrada da Ilha, estrada esta que faz ligação com a Avenida das Américas. As outras duas vertentes de urbanização encontram-se a Leste e desenvolvem-se no entorno da Estrada do Mato Alto e Estrada da Cachamorra.

Observa-se também que nos mapas de cobertura da terra de 2010 e 2015 ocorre uma diminuição da área rural. Esta diminuição pode ser vista com maior clareza no gráfico (Figura 9). Essas mudanças ocorrem segundo CONSEMAC (2015) pela *“paisagem marcada pela atividade agrícola e pela ocupação de veraneio, outrora predominante, vem sendo alterada pela incorporação de novos usos, incluindo novos loteamentos irregulares e clandestinos e a expansão de outros mais antigos”*. Essas mudanças são bastante visíveis no encontro da Avenida das Américas e a Estrada do Magarça.



**Figura 9: Quantitativos de cobertura da terra no Aquífero Guaratiba**

As mudanças espaço temporais são relevantes para se compreender a dinâmica de crescimento urbano e as mudanças de cobertura. Por meio um mapa de dinâmica da cobertura da terra (Figura 11), perceber-se o que mudou na área do aquífero e o que permaneceu do ano de 2010 para 2015, no qual os dois resultados foram combinados. Estudos da dinâmica da cobertura da terra que indicam de qual forma as modificações ocorrem na localização da área do aquífero.

Na área estudada, obteve-se 33% de mudança de cobertura da terra e 67% de área que não mudou (Figura 10). A mudança está apresentada no aumento da área urbana, na área de floresta e na diminuição da área rural. Essas alterações da cobertura são aferidas

nas áreas classificadas na coloração roxa escura, na qual, na grande maioria, apresentam mudanças de área rural área urbana.

As áreas que não apresentam mudanças são áreas consolidadas na região ou áreas pertencentes à APP (Áreas de Proteção Permanente), como Mangue ao Sul do mapa.

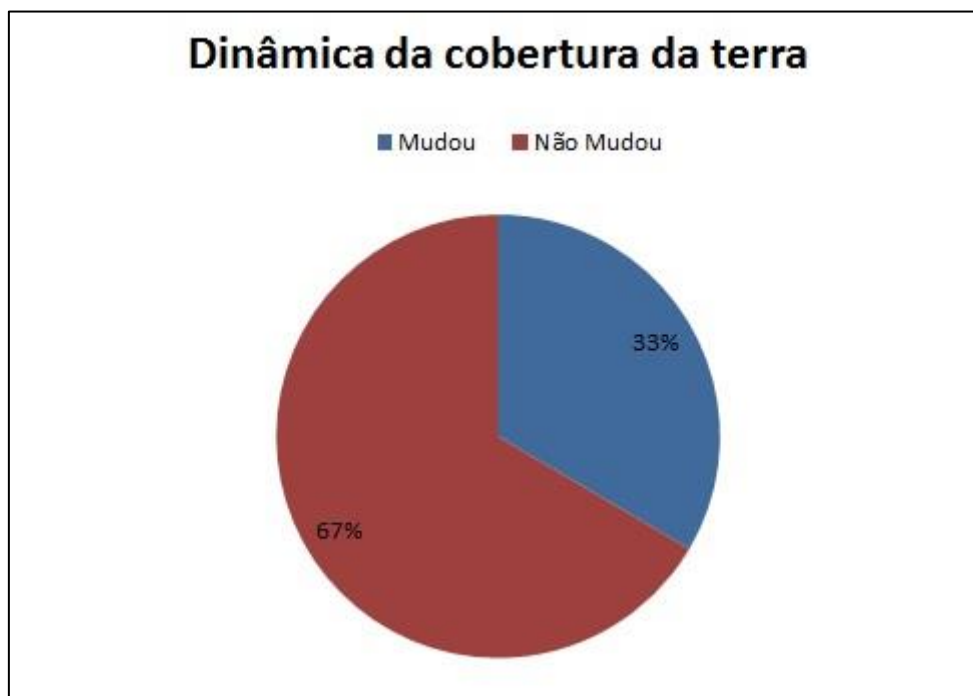
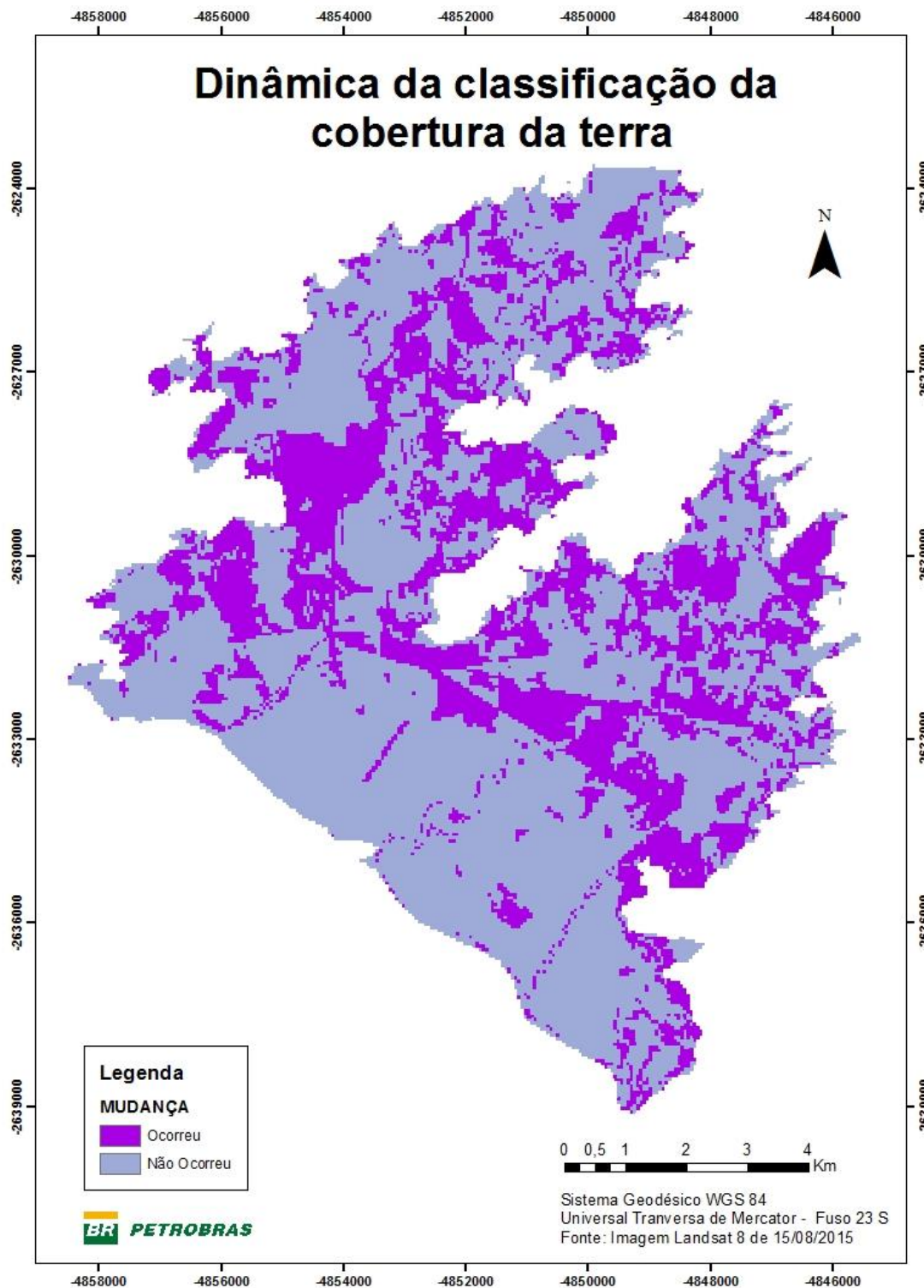


Figura 11: Gráfico da dinâmica da Cobertura da terra

Figura 11: Dinâmica da Cobertura da terra



Em termos gerais, um terreno ocupado com atividades antrópicas geram modificações na qualidade da água, como também na recarga do aquífero. Os principais poluentes que causam modificações são relacionados à falta de cobertura da rede de esgoto ou à sua manutenção precária (HIRATA et al , 2015). Essas atividades antrópicas não se resumem somente à aglomeração urbana, mas à utilização do solo com atividades agrícolas, pois apesar do plano Diretor do município do Rio de Janeiro caracterizá-lo como integralmente urbano, o Município contém inúmeros agricultores que possuem incentivos com programas como Rio Rural (Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária – SEAPEC) e Hortas Cariocas (Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SMAC). Contudo, qualquer atividade nas áreas urbana ou rural demonstra uma complexa ocupação, apresentando várias atividades potencialmente poluentes. Podem-se citar atividades como: saneamento sem rede de esgoto, vazamento de rede, lagoas de oxidação, área descarga de efluentes, lixiviação de efluentes de aterros sanitários ou lixões, tanques de combustível, drenagem de estradas (FEITOSA, 2008).

Outra característica constatada ao avaliar a região é a utilização das águas subterrâneas para abastecimento de residências. De acordo com Sergio Mello (2011), a utilização das águas do aquífero é a alternativa que muitas famílias possuem para driblar a péssima distribuição do líquido na região. Em entrevistas com os usuários, foram relatados que em regiões mais adensadas, os poços de cacimba (poços rasos), em sua maioria, foram poluídos pela infiltração da rede de água e esgoto. HIRATA et al (2015) complementa a ideia levantando prós e contras como a redução da pressão sobre a rede pública, redução do custo de vida para famílias mais pobres ou a contaminação da água propagando doenças. Concluindo, é necessário que os usuários das águas subterrâneas evidenciem um maior controle desta por meio de organizações governamentais, como o INEA.

## **6 CONCLUSÕES**

A área em questão mostra várias vertentes de aglomeração urbana como também o registro da mudança de cobertura da terra. Essas mudanças identificadas em longo prazo podem influenciar negativamente as águas subterrâneas, pois as mesmas tratam-se de ambientes vulneráveis. Desta forma em 2013 foi encaminhado um relatório realizado pela CONSEMAC (Conselho Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro) para os órgãos de administração da prefeitura do Rio de Janeiro sobre a existência de um aquífero na região e a fragilidade de seu ambiente. Aos órgãos de administração pública foi recomendado um maior ordenamento público da região como também um uso sustentável do solo e conservação e recuperação das áreas.

Apesar de existir estudos que comprovem que uma área urbana ou rural pode ter inúmeras atividades poluentes (FEITOSA, 2008), não existem estudos nessa área que comprovem essa poluição, apesar de inúmeros poços rasos não serem utilizados mais por estarem, segundo os moradores da área do aquífero, com a água imprópria para o consumo. Portanto, faz-se necessário um estudo mais aprofundado da região, pois como vimos com os mapas de cobertura, usos que produzem atividades poluentes têm a dinâmica acentuada em cinco anos de mudança.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURES. Disponível em <<http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/brazil/rural-urban/conflictos-e-resistencias>> acesso dia 12 05 2016;

ALVES, C.D.; BOULOMYTIS, V.T. G. Classificação de imagens TM5-Landsat com análise orientada a objeto para a verificação da expansão urbana de Bueno Brandão, MG. In Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, 2011; Curitiba, PR, Anais... São José dos Campos: INPE, 2011. Pág.1037;

CARVALHO, Maria Geralda; VICENTE, Jenessa Florencio; BARBOSA, Giselle Ramalho. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas Avaliação hidrogeológica das regiões administrativas de Campo Grande e Guaratiba / Rio de Janeiro. 2009;

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Aquiferos-1377.html>> . Acesso em 16/05/2016;

CHAVEZ Jr., P.S. Radiometric calibration of Landsat thematic mapper multispectral images. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 55, Pág. 1285-1294, 1989;

CONSEMAC. Conselho Municipal de Meio Ambiente. Parecer Técnico aprovado 2015 Disponível em [http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4845095/4145340/parecer\\_tecnicoCTBDBS2015\\_formatoconsemac\\_20052015.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4845095/4145340/parecer_tecnicoCTBDBS2015_formatoconsemac_20052015.pdf), Acesso em 11/07/2015;

DAMAS, Eduardo Tavares. Distritos Industriais da Cidade do Rio De Janeiro: Gênese e Desenvolvimento no Bojo do Espaço Industrial Carioca. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2008;

DIVISÃO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html> Acesso em 26/05/2016;

FEITOSA, Fernando A.C. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 3ª ed. rev. e ampl.- Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. Pag,438;

FITZ, Paulo Roberto. Cartografia básica. São Paulo, SP: Oficina de textos, 2008. Pág. 108;

DGTERRITORIOS. Direção Geral de Território. Disponível em: [http://www.dgterritorio.pt/glossario/ordenamento\\_e\\_cidades/conceitos\\_igt/expansao\\_urbana](http://www.dgterritorio.pt/glossario/ordenamento_e_cidades/conceitos_igt/expansao_urbana) Acesso em 11/05/2016;

HIRATA, Ricardo; FOSTER, Stephen; OLIVEIRA, Fernando. Águas subterrâneas urbanas no Brasil avaliação para uma gestão sustentável. São Paulo: IGc/USP, 2015. Pág. 20- 29;

INSTITUTO TRATA BRASIL Disponível em <<http://www.tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2015>> acesso em 22/03/2016;

JENSEN, Jonh R., 1949- Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres/ JonhR. Jensen; tradução José Carlos Neves Epiphonio(coordenador)... [et al. ]. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009. Pág. 235;

MELLO, Sergio. Qual será o impacto da transoeste no aquífero de Guaratiba?Portal de Guaratiba. Rio de Janeiro. 27 de outubro de 2011, disponível em <[http://www.portalguaratiba.com.br/2011/noticia/271001\\_qual\\_sera\\_o\\_impacto\\_da\\_transoest\\_e\\_no\\_aquifero\\_de\\_guaratiba.html](http://www.portalguaratiba.com.br/2011/noticia/271001_qual_sera_o_impacto_da_transoest_e_no_aquifero_de_guaratiba.html)> extraído em 21 setembro de 2013;

MOREIRA, Mauricio A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 4. ed. atual. eampl. -Viçosa, MG : Ed. UFV, 2011. Pág 35;

NOVO, Evlyn M.L. de Moraes. Sensoriamento Remoto: principios e aplicações. 4. Ed. São Paulo::Blucher, 2010. Pág. 54;

PIZZOLATO, Nelio Domingues e MENEZES, Rafael. Localização de Escolas Públicas em Guaratiba, Rio de Janeiro, Usando critérios de acessibilidade. Rio de Janeiro, v.5, n.1, 2013. Pág. 71-83;

ROCHA, César Henrique Barra. Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar. Juiz de Fora, MG: Ed. do autor, 2000. Pág. 18;

SAGMACS. Aspectos Humanos da Favela Carioca - Estudo sócio-econômico elaborado por O Estado de São Paulo, 13 de abril de 1960, p. 3.

SILVA, Jorge Xavier da; Zaidan, Ricardo Tavares (org). Geoprocessamento & Análise Ambiental: Aplicações. 3ª edição, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2009. Pág.19;

SILVA, Vitor Malsáda. Classificação de imagens por sensoriamento remoto: Análise comparativa das metodologias pixel-a-pixel e segmentação por região / Vitor Malsá da Silva. – 2014. Pág 29;



TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T.R.; TOLEDO, M.C.; TAIOLI, F. ed. Decifrando a Terra (capítulo 9). São Paulo, Oficina de Textos. 2009 Pág. 192. ;

USGS(United States Geological Survey).Disponível em[http://Landsat.usgs.gov/about\\_project\\_description.php](http://Landsat.usgs.gov/about_project_description.php). Acesso 12/05/2016;