



Tomás Mariani Lemos

**Expansão das áreas de favela e de risco em torno do
Parque da Tijuca, Rio de Janeiro - RJ**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana Ambiental da PUC-Rio (Opção Profissional).

Orientador: Prof. Celso Romanel

Co-orientador: Prof. Madiagne Diallo

Rio de Janeiro

Dezembro de 2011



Tomás Mariani Lemos

**Expansão das áreas de favela e de risco em torno do
Parque da Tijuca, Rio de Janeiro - RJ**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana Ambiental da PUC-Rio (Opção Profissional). Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Celso Romanel
Orientador

Departamento de Engenharia Civil - PUC-Rio

Prof. Magdiane Diallo
Co-orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Profa. Maria Fernanda Rodrigues Campos Lemos
Departamento de Engenharia Civil - PUC-Rio

Profa. Aspásia Brasileiro Alcântara de Camargo
UERJ

Prof. José Eugênio Leal
Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 20 de dezembro de 2011

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Tomás Mariani Lemos

Graduou-se em Psicologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1994. Pós-graduado em Análise e Avaliação Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 1996. Pós-graduado em Especialização e Planejamento e Uso do Solo Urbano pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional – IPPUR –da Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1996. MBA em Gestão Ambiental pela Fundação Getúlio Vargas em 2002. Pós-graduado em Engenharia Urbana e Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 2011. Principais áreas de interesse: planejamento urbano, gestão de espaços públicos e a interação homem/ natureza nas ocupações urbanas.

Ficha Catalográfica

Lemos, Tomás Mariani

Expansão das áreas de favelas e de risco no entorno do Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro - RJ/ Tomás Mariani Lemos; orientador: Celso Romanel; co-orientador: Madiagne Diallo. – 2011.

101 f.; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, 2011.

Inclui bibliografia

1. Engenharia civil – Teses. 2. Favelas. 3. Ocupação de encostas. 4. Declividade do terreno. 5. Parque Nacional da Tijuca. I. Romanel, Celso II. Diallo, Madiagne. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Civil. IV. Título.

CDD: 624

Para Chris, por sempre ter se interessado e me apoiado nesse trabalho.

A minha mãe Glória, que sempre me estimulou a pensar e criticar as condições da cidade onde moramos;

E ao pequeno Gabriel, que chegou me inspirando em ações por um mundo melhor.

Agradecimentos

Ao Rafael Nunes e a Danielle Cintra, pelos seus extensos conhecimentos em Geografia e Sensoriamento Remoto.

Aos colegas de curso que ajudaram em assuntos não tão simples para minha compreensão.

E ao Professor MadiagneDiallo, por apoiar este projeto desde o início.

Resumo

Lemos, Tomás Mariani; Romanel, Celso (Orientador); Diallo, Madiagne (co-orientador). **Expansão das áreas de favela e de risco em torno do Parque da Tijuca, Rio de Janeiro - RJ**. Rio de Janeiro, 2011, 101p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho trata da expansão urbana no entorno do Parque Nacional da Tijuca, uma área de preservação ambiental dentro da cidade do Rio de Janeiro, centro urbano com cerca de 6.300.000 habitantes. O objetivo principal foi estudar, através de avaliações feitas com base em imagens de satélite e fotos aéreas de oito favelas vizinhas ao Parque (Borel, Cerro Corá, Complexo do Turano, Mata Machado, Vila Parque da Cidade, Rocinha, Salgueiro e Santa Marta) a modificação ocorrida no uso do solo, entre os anos de 1999 a 2009, principalmente na variação da área edificada e em locais situados acima da cota 100m e encostas com declividade do terreno superior a 45°. Com a utilização de programas computacionais de sistemas de informação geográfica e interpretação visual de imagens, foram obtidas importantes conclusões sobre a tendência de expansão das favelas analisadas. Em todas, foram constatadas taxas de crescimento mínimo da ordem de 3,6% acima da cota 100m e da ordem de 1,6% nas áreas de encostas com declividade acima de 45⁰, que indicam um agravamento ao risco de escorregamentos de terra ao qual estas populações estão expostas. Em contrapartida, foi também possível observar os bons resultados da política de reflorestamento, constatadas nas variações positivas de área de cobertura vegetal em várias destas favelas, através do programa Mutirão Reflorestamento da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, iniciado em 1987.

Palavras-chave

Favelas; ocupação de encostas; declividade do terreno; áreas de risco; Parque Nacional da Tijuca.

Abstract

Lemos, Tomás Mariani; Romanel, Celso (Advisor); Diallo, Madiagne (co-Advisor). **The expansion of slums and of risky areas around Parque da Tijuca, Rio de Janeiro - RJ.** Rio de Janeiro, 2011, 101p. MSc Dissertation – Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This work will focus on the urban expansion around the National Park of Tijuca, an area of environmental protection within the city of Rio de Janeiro, an urban center with a population of approximately 6.300.000 inhabitants and 1023 registered slums. The main objective is to study, through estimates made using satellite images and aerial photos, the modification in the land use in eight slums situated around the park (Borel, Cerro Corá, Complexo do Turano, Mata Machado, Vila Parque da Cidade, Rocinha, Salgueiro e Santa Marta) during a ten year period from 1999 to 2009. Two specific aspects, concerning new constructions above 100m of altitude and on slopes with declivity superior to 45°, will be examined in detail, since they are restrictions provided by law. With the use of geographic information systems and visual interpretation of images, several important conclusions were obtained about the expansion tendency of these slums. In all of them the growing rate was at least 3.6% above the 100m altitude and at least 1.6% in areas with declivity superior to 45°, indicating that these populations are exposed to serious risks of landslides. On the other hand, it was also possible to notice the good results of the reforestation policy, initiated by the City of Rio de Janeiro in 1987, given the positive variations in the areas of vegetation observed in several of the slums analyzed in this work.

Keywords

Slums; housing; occupation of hillsides; ground declivity; risk areas; National Park of Tijuca.

Sumário

1	Introdução	14
1.1	Justificativas e objetivo	14
1.2	Estrutura da dissertação	15
2	A ocupação irregular do solo na cidade do Rio de Janeiro	17
2.1	A ocupação irregular do solo nas metrópoles brasileiras	17
2.2	A ocupação irregular do solo no Rio de Janeiro	18
2.3	Ocupação irregular das encostas	20
3	Interpretação de imagens de satélite	23
3.1	Áreas analisadas	23
3.2	Definição das classes	26
3.3	Classes nos anos de 1999 e 2009	30
3.4	Análise espacial da transformação da paisagem	32
4	Ocupação das encostas por favelas no período 1999 - 2009	35
4.1	Interpretação visual	35
4.1.1	Favela do Borel	35
4.1.2	Favela Cerro-Corá	39
4.1.3	Complexo do Turano	44
4.1.4	Favela Mata Machado	45
4.1.5	Favela Vila Parque da Cidade	48
4.1.6	Favela da Rocinha	51
4.1.7	Favela do Salgueiro	58
4.1.8	Favela Santa Marta	59
4.2	Comparação entre as classes de cobertura	62
4.3	Áreas acima da cota 100m e áreas com declividade superior a 45°	67
4.4	Verticalização das favelas	83
5	Conclusões	87
	Referências bibliográficas	89
	Apêndice	93

Lista de figuras

Figura 3.1 - Localização das favelas onde foi analisada a variação do padrão de cobertura do solo no entorno do Parque Nacional da Tijuca.	25
Figura 3.2 - Exemplo da Favela da Rocinha demonstrando o levantamento da área de influência de 100 metros em relação ao limite original.	26
Figura 3.3 - Estruturação da conversão do ambiente vetorial para o ambiente matricial.	30
Figura 3.4 - Exemplo da criação do Modelo Digital de Triangulação a partir do arquivo de curvas de nível a partir do exemplo do limite da Favela do Borel.	32
Figura 3.5 - Conversão do ambiente tridimensional para o ambiente matricial e conseqüente reclassificação dos valores da matriz em relação à elevação do terreno (altitude).	33
Figura 3.6 - Conversão do ambiente tridimensional para o ambiente matricial e conseqüente reclassificação dos valores da matriz em relação à declividade	34
Figura 4.1 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na Favela do Borel nos anos de 1999 e 2009.	37
Figura 4.2 - Figura demonstrando as diferentes condições de iluminação ao longo do ano devido à inclinação do eixo de rotação da Terra. No solstício de inverno no Hemisfério Sul, temos os dias mais curtos e as noites mais longas.	39
Figura 4.3 - Diferentes condições de aquisição da imagem devido ao ângulo de visada do satélite. No momento em que se projeta a imagem no plano, conseqüentemente, temos que na situação 2, há um aumento de área, em relação à situação 1.	39
Figura 4.4 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na Favela Cerro-Corá nos anos de 1999 e 2009.	41
Figura 4.5 - Destaque no mapa de classificação visual (esquerda) da cobertura de solo na favela Cerro-Corá no ano de 2009 relativa à área onde ocorreu o deslizamento de terra em uma das entradas do túnel Rebouças no ano de 2007 (direita).	43
Figura 4.6 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo no Complexo do Turano nos anos de 1999 e 2009.	46
Figura 4.7 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na favela Mata Machado nos anos de 1999 e 2009.	49

Figura 4.8 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na favela Vila Parque da Cidade nos anos de 1999 e 2009.	52
Figura 4.9 - Verticalização de edificações na favela da Rocinha (TCMRJ, 2009).	54
Figura 4.10 - Relação entre o número total de favelas nas áreas de planejamento (AP) e o número daquelas atendidas por POUSOs.	55
Figura 4.11 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na favela da Rocinha nos anos de 1999 e 2009.	56
Figura 4.12 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na favela do Salgueiro nos anos de 1999 e 2009.	60
Figura 4.13 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na favela Santa Marta nos anos de 1999 e 2009.	63
Figura 4.14 - Mapa geral da variação de cobertura em área edificada, entre os anos de 1999 e 2009, nas oito favelas analisadas.	65
Figura 4.15 - Mapa indicativo das cotas altimétricas (0 -100m e acima de 100m) nas oito favelas analisadas no presente trabalho.	68
Figura 4.16 - Mapa indicativo das declividades das encostas (abaixo e acima 45°) nas oito favelas analisadas neste trabalho.	69
Figura 4.17 - Mapa de susceptibilidade a escorregamentos, destacando a favela Mata Machado completamente inserida em área de média susceptibilidade a escorregamentos.	72
Figura 4.18 - Mapa de susceptibilidade a escorregamentos, destacando a favela Parque da Cidade quase totalmente inserida em área de alta susceptibilidade a escorregamentos.	72
Figura 4.19 - Mapa de susceptibilidade a escorregamentos, destacando a favela da Rocinha ocupando áreas de alta, média e baixa susceptibilidade a escorregamentos.	73
Figura 4.20 - Comparação entre o mapa de transformação para área edificada (presente trabalho) com o mapa de suscetibilidade da Fundação Geo-Rio, com destaque de áreas da favela da Rocinha classificadas como de baixa (área 1) e alta (área 2) suscetibilidade a escorregamentos.	74
Figura 4.21 - Mapa com pontos de escorregamentos de terra na favela da Rocinha em 2010, com indicação de áreas acima da cota 100m e áreas com declividade superior a 45°.	74
Figura 4.22 - Destaque no mapa de áreas acima da cota 100m e com declividade superior a 45° do presente trabalho e a área correspondente na favelinha da Rocinha.	75
Figura 4.23 - Mapa de susceptibilidade a escorregamentos, destacando a favela do Borel ocupando área de alta susceptibilidade.	77
Figura 4.24 - Mapa com indicação dos pontos de deslizamento, da cota 100m e das áreas com declividade superior a 45° na favela do Borel.	78
Figura 4.25 - Mapa com indicação dos pontos de deslizamento, da cota 100m e das áreas com declividade superior a 45° na favela do Cerro-Corá.	79

Figura 4.26 - Mapa de susceptibilidade a escorregamentos, destacando a favela do Cerro-Corá ocupando área de alta susceptibilidade.	80
Figura 4.27 - Mapa de susceptibilidade a escorregamentos, destacando o Complexo do Turano ocupando área de alta susceptibilidade.	81
Figura 4.28 - Mapa com indicação de pontos de deslizamento, das áreas acima da cota 100m e das áreas com declividade superior a 45° no Complexo do Turano.	82
Figura 4.29 - Imagem de um Modelo Digital de Superfície (MDS) em tons de cinza.	83
Figura 4.30 - Imagens do campus da PUC-Rio mostrando a inexistência de prédios nas áreas demarcadas em amarelo, em 2008, e a construção de novos prédios, em 2009. As diferenças de altura ΔH no modelo digital de superfície são calculadas automaticamente.	84
Figura do Apêndice A - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na favela do Borel.	94
Figura do Apêndice B - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na favela Cerro-Corá.	95
Figura do Apêndice C - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 no Complexo do Turano.	96
Figura do Apêndice D - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na Favela Mata Machado.	97
Figura do Apêndice E - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na favela Parque da Cidade.	98
Figura do Apêndice F - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na favela da Rocinha.	99
Figura do Apêndice G - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na favela do Salgueiro.	100
Figura do Apêndice H - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na favela Santa Marta.	101

Lista de tabelas

Tabela 3.1- Dados utilizados na interpretação visual e construção dos mapas.	24
Tabela 3.2 - Chave de classificação com os padrões espectrais utilizados na interpretação visual das classes de cobertura do solo das ortofotos (1999) e da imagem de satélite (2009) na área de estudo. Fonte: NIMA/SEA, 2010.	27
Tabela 3.3 - Valores atribuídos às classes nos anos de 1999 e 2009.	31
Tabela 4.1 - Área ocupada pela favela do Borel entre 1999 e 2009. (Fonte: IPP/SABREN, 2010).	35
Tabela 4.2 - Área ocupada na favela do Borel por cada uma das classes analisadas no presente estudo.	38
Tabela 4.3 - Área ocupada pela favela Cerro-Corá entre 1999 e 2009.	40
Tabela 4.4 - Área ocupada na favela Cerro-Corá por cada uma das classes analisadas no presente estudo.	42
Tabela 4.5 - Área ocupada pelo Complexo do Turano entre 1999 e 2009.	45
Tabela 4.6 - Área ocupada no Complexo do Turano por cada uma das classes analisadas no presente estudo.	47
Tabela 4.7 - Área ocupada pela favela Mata Machado entre 1999 e 2009.	48
Tabela 4.8 - Área ocupada na favela Mata Machado por cada uma das classes analisadas no presente estudo.	50
Tabela 4.9 - Área ocupada pela favela Vila Parque da Cidade entre 1999 e 2009.	51
Tabela 4.10 - Área ocupada na favela Vila Parque da Cidade por cada uma das classes analisadas no presente estudo.	53
Tabela 4.11 - Área ocupada pela favela da Rocinha entre 1999 e 2009.	54
Tabela 4.12 - Área ocupada na favela da Rocinha por cada uma das classes analisadas no presente estudo.	57
Tabela 4.13 - Área ocupada pela favela do Salgueiro entre 1999 e 2009.	58
Tabela 4.14 - Área ocupada por cada uma das classes analisadas nas imagens nos anos de 1999 e 2009 na favela do Salgueiro.	61
Tabela 4.15 - Área ocupada pela favela Santa Marta entre 1999 e 2009.	62
Tabela 4.16 - Área ocupada por cada uma das classes analisadas nas imagens nos anos de 1999 e 2009 na favela Santa Marta.	64

Tabela 4.17 - Valores de áreas transformadas em áreas edificadas de 1999 a 2009 nas oito favelas analisadas.	66
Tabela 4.18 – Variação de área transformada em área edificada (coluna da esquerda) e variação da área física total da favela (coluna da direita) no período 1999 a 2009.	66
Tabela 4.19 - Áreas situadas acima da cota 100m nas oito favelas analisadas e respectivos percentuais de transformação da cobertura.	70
Tabela 4.20 - Áreas situadas em encostas com declividade superior a 45° nas oito favelas analisadas e respectivos percentuais de transformação da cobertura.	71
Tabela 4.21 - Pontos de deslizamento em áreas acima da cota 100 m e com declividade superior a 45° devido à chuva de 05 de abril de 2010.	76
Tabela 4.22 - Áreas com variação vertical da altura de edificações nas favelas oito favelas estudadas, mais as favelas Tijuquinha e Vidigal.	86

1 Introdução

1.1 Justificativas e objetivo

O município do Rio de Janeiro possui uma área de 1.225 km² (IPP – Instituto Pereira Passos, 2009), uma população de 6.323.904 habitantes, segundo o censo do IBGE de 2010, e 1.023 favelas cadastradas, de acordo com o TCMRJ – Tribunal de Contas do Município do Rio de Janeiro (2009). A partir da criação do Programa Morar Carioca em 2010, a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro procedeu a uma nova classificação dos assentamentos de baixa renda, reduzindo este total para 625 favelas (SMH – Secretaria Municipal da Habitação, 2010), porém um número ainda bastante grande que dá idéia do problema social, ambiental e urbanístico da cidade, conhecida internacionalmente pela beleza de sua paisagem natural.

A legislação urbana tem como papel principal o controle do uso e da ocupação do solo nos municípios brasileiros, especificando, entre outras atribuições, as normas de parcelamento e do aproveitamento do terreno para edificações. No Rio de Janeiro o decreto municipal nº 322/1976, que aprovou o regulamento de zoneamento do município, estabelece que as áreas acima da curva de nível 100m são consideradas áreas de reserva florestal, com proibição de novas edificações, enquanto o Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/1965) considera como de preservação permanente a vegetação existente nas encostas, ou em partes destas, onde a declividade é superior a 45°.

Grande parte das encostas da cidade do Rio de Janeiro pode ser classificada como áreas de risco potencial, causado principalmente pela ocupação irregular do terreno, normalmente em favelas, com execução de cortes e aterros incompatíveis com a topografia natural, acúmulo de lixo nas partes mais altas, obstrução dos caminhos de drenagem das águas de chuva, desmatamentos, etc. As consequências são trágicas, em perdas de vidas humanas e prejuízos ambientais, como recentemente em Niterói (morro do Bumba, 105 vítimas), em abril de 2010,

e em municípios da região serrana do Estado do Rio de Janeiro (Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo, principalmente), em janeiro de 2011, com mais de 900 mortes e 300 desaparecimentos, na maior tragédia climática já registrada no Brasil devido a enchentes e deslizamentos de encostas.

Existem evidências (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Changes, 2001) que eventos climáticos extremos, como secas e enchentes, podem ocorrer com maior frequência em decorrência de processo de mudanças climáticas, afetando profundamente todo o planeta. As atividades humanas, segundo aquele relatório, têm grande influência na composição da atmosfera, com alterações que podem permanecer por vários séculos. Logo, podemos inferir também uma possível relação entre o uso e a ocupação do solo com o processo de mudanças climáticas, hipótese razoável que precisa ser tratada com cautela, pois cada região possui uma dinâmica climática e urbana próprias, interagindo e reagindo de maneiras distintas em relação ao fenômeno das mudanças climáticas (Marengo & Valverde, 2007).

Assim, torna-se cada vez mais necessário o monitoramento da expansão urbana, principalmente em áreas de relevo acidentado, que apresentam maior risco de deslizamento, por conta principalmente do aumento da intensidade e frequência dos eventos pluviométricos extremos.

O presente estudo tem como objetivo principal a análise da expansão de áreas de favela nas encostas do Maciço da Tijuca, sob dois aspectos distintos da legislação – as restrições acima da cota 100 m e em encostas com declividade superior a 45° - mostrando as diferenças no padrão de cobertura do solo no período entre 1999 a 2009. A análise será baseada na geração destes padrões de cobertura a partir de ortofoto (1999) e imagens obtidas por satélites (2009).

1.2 Estrutura da dissertação

O capítulo 1 da dissertação apresenta as justificativas e objetivo da presente dissertação, enquanto que o capítulo 2

No capítulo 2 é feito um breve histórico da ocupação irregular da cidade do Rio de Janeiro, principalmente nas encostas dos morros cariocas, enquanto que o capítulo 3 é dedicado para a apresentação dos métodos para geração dos mapas

digitais de variação de elevação e declividade do relevo do terreno em oito favelas do Rio de Janeiro: Borel, Cerro Corá, Complexo do Turano (incluindo as comunidades de Bispo, Rodo, Matinha, Pantanal e Sumaré), Mata Machado, Vila Parque da Cidade, Rocinha, Salgueiro e Santa Marta.

No Capítulo 3 é apresentado o material utilizado no desenvolvimento da dissertação, feito no Laboratório de Geoprocessamento (LabGIS) do Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente (NIMA) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), e os métodos de monitoramento baseados em técnicas aplicadas no Programa Integrado de Monitoria Remota de Fragmentos Florestais e Crescimento Urbano no Rio de Janeiro (PIMAR) bem como informações disponíveis no Instituto Pereira Passos (IPP) da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

No Capítulo 4 são apresentados os resultados, para cada favela, da análise das variações observadas em imagens dos anos 1999 e 2009, discutindo-se a transformação da cobertura do solo, principalmente para área edificada, e em especial nos locais situados acima da cota 100m e em encostas com declividade superior a 45⁰. São feitas comparações destes resultados com os mapas de suscetibilidade a escorregamentos elaborados pelo Instituto de Geotécnica (Fundação Geo-Rio) da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

No Capítulo 5, finalmente, são apresentadas as conclusões gerais deste trabalho, onde se verifica que o método de inspeção visual de imagens, ainda que demorado, pode produzir resultados satisfatórios e confiáveis.

2

A ocupação irregular do solo na cidade do Rio de Janeiro

2.1

A ocupação irregular do solo nas metrópoles brasileiras

Muito do que se observa no processo histórico de crescimento das cidades no Brasil é decorrente de decisões inadequadas e a omissão na gestão do espaço público, em especial nas regiões metropolitanas onde, por contingência ou natureza das relações políticas entre os diversos municípios que as formam, geralmente inexistem políticas integradas e compartilhadas de desenvolvimento urbano (Grostein, 2001).

Em consequência, a conformação comum das metrópoles brasileiras é o padrão periférico, representado pelo loteamento irregular, casas autoconstruídas, conjuntos habitacionais muito distantes das regiões centrais, ocupação de áreas de proteção ambiental e encostas de morros, como tipicamente ocorreu na cidade do Rio de Janeiro com a formação de favelas.

A combinação desses fatores levou a uma maior expansão ou inchaço da cidade informal, tanto nos aspectos demográficos, com o crescimento da população e migrações internas, quanto pela falta de fiscalização e controle por parte das autoridades municipais, com muitas das áreas de ocupação sequer constantes nas plantas oficiais reconhecidas pelas prefeituras.

A ocupação de áreas inadequadas é tanto mais grave por gerar acúmulo de resíduos sólidos, perda da cobertura vegetal, contaminação de mananciais por esgoto e lixo, aumento do risco de deslizamentos de terra e assoreamento de rios e córregos. Outros problemas enfrentados por essa população são as condições precárias de mobilidade urbana, ausência de equipamentos urbanísticos, falta de oferta de escolas e unidades de saúde, além de outros serviços públicos básicos disponíveis nas áreas urbanas regularizadas. Todo esse espaço urbano poderia ser enquadrado como uma cidade clandestina ou irregular, porém real.

A ausência de políticas habitacionais coordenadas entre os três entes federativos, aliado à migração interna de populações do campo para a cidade, gerou uma explosão na construção de habitações subnormais. Segundo definição do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, uma habitação subnormal é definida como “um conjunto constituído por no mínimo 51 (cinquenta e uma) unidades habitacionais (barracos, casas...), ocupando ou tendo ocupado até período recente um terreno de propriedade alheia (pública ou particular), dispostas em geral de forma desordenada e densa e carentes em sua maioria de serviços públicos e essenciais”.

Tais habitações foram construídas em áreas desvalorizadas, tanto pela iniciativa privada como pelo poder público, em áreas carentes de infraestrutura, sem interesse do mercado imobiliário, com posterior formação de favelas (Garcia, 2006).

2.2 A ocupação irregular do solo no Rio de Janeiro

O Rio de Janeiro é uma cidade situada numa região com características peculiares. Se, por um lado, a natureza foi generosa na formação de paisagens naturais, por outro lado, a ocupação desde sua fundação em 1565 foi realizada sem critérios racionais ou orientações técnicas, quando então no século XIX foi realizado o primeiro plano urbanístico da cidade (Plano Beaurepaire), porém com muitas das suas recomendações não executadas (Andreatta, 2006).

A cidade conheceu sua primeira grande reforma com o prefeito Pereira Passos que, entre 1902 e 1906, urbanizou a região central, com a abertura da Avenida Rio Branco, retirando a população abrigada em cortiços, parte da qual se instalou nos morros da cidade, contribuindo com o início do processo de favelização do Rio de Janeiro. Ainda que esta reforma tenha apresentado muitos aspectos positivos, sob ponto de vista urbanístico, de certa forma o Estado também se colocou a serviço das elites, com o objetivo de moldar a cidade ao gosto e interesse das classes dominantes, abrindo espaço imediato para o capital imobiliário.

Ao longo do século XX, a tendência da malha urbana do Rio de Janeiro ir se estruturando de acordo com orientações da especulação imobiliária foi se

consolidando, com a exclusão da parcela mais pobre da população desse processo. Na segunda metade do século, políticas governamentais incentivaram a construção de grandes conjuntos habitacionais nos subúrbios (conjuntos habitacionais do BNH, como ficaram conhecidos), a maioria dos quais sem dispor de uma adequada infraestrutura de transportes que facilitasse a mobilidade dessa população periférica para a região central ou bairros com grande oferta de emprego, resultando no crescimento das favelas próximas a estas regiões afluentes.

As áreas mais valorizadas e propícias à ocupação pelo capital imobiliário continuaram recebendo investimentos do poder público, com o objetivo de prepará-las para os futuros empreendimentos, perpetuando a aliança entre agentes econômicos públicos e privados, baseada em interesses políticos e financeiros de curto prazo, sem visão ou preocupação com a questão social, pois o déficit habitacional e as favelas só fizeram crescer, ou com a questão ambiental, com a Barra da Tijuca representando bem o caso de especulação imobiliária agressiva ao meio ambiente, com o despejo de esgotos sem qualquer tipo de tratamento no sistema lagunar da região, ou com o sistema de transportes, novamente sendo a Barra da Tijuca um exemplo das dificuldades de mobilidade urbana causadas por uma falta de planejamento racional do sistema de transportes.

Na década de 1970 foi preparada uma legislação municipal (decreto 322/76) com o objetivo de proteger as áreas mais sensíveis da cidade à ocupação urbana, visando preservar as encostas naturais e limitar o tamanho das áreas já irregularmente ocupadas. Esta legislação, definindo o zoneamento da cidade e as formas permitidas de ocupação do solo urbano, veio enfim regularizar diversos aspectos relacionados com o uso residencial, comercial ou misto de construções, taxa de ocupação do terreno, adensamento, critérios para a abertura de vias, etc.

As restrições tinham como objetivo preservar a paisagem da cidade, mas em muitos casos os impedimentos e dificuldades colocadas para se obter uma licença legal de construção, aliado ao fato da falta de uma política habitacional e à omissão da fiscalização, fizeram com que muitos proprietários optassem pela construção irregular, provocando um efeito contrário ao do espírito da lei.

As áreas irregulares foram ocupadas com a construção de habitações subnormais (melhor dizendo, barracos) de madeira, telhado de zinco e outros materiais de descarte incluindo papelão, plásticos, lonas, etc. As comunidades

frequentemente não tinham acesso à água encanada ou energia elétrica, e tampouco se organizavam através de associações de moradores, o que somente começou a surgir na década de 1980. Até certa época, as favelas foram vistas como corpos estranhos na malha urbana da cidade, encaradas como áreas a serem removidas. Muitas delas o foram efetivamente, mas à custa de passivos sociais imensos, no que resultou na atual política de tentar resgatar, inserir e integrar estas áreas no tecido urbano da cidade.

Neste ponto vale a pena mencionar que devido à impossibilidade das habitações subnormais serem reconhecidas oficialmente (RGI – Registro Geral de Imóveis) o mercado imobiliário tem características próprias, controlado por associações de moradores, traficantes de drogas, comerciantes ou corretores informais (Baltrusis, 2008):

2.3 Ocupação irregular das encostas

Grande parte da população que ocupa as encostas da cidade do Rio de Janeiro (favelas) se encontra em áreas de risco. Nelas se observa com grande frequência a execução de cortes e aterros sob ponto de vista de engenharia considerados potencialmente instáveis, retirada indiscriminada da vegetação natural, modificação inadequada do regime de escoamento das águas pluviais, ocupação de áreas de drenagem e de infiltração de águas de chuva, lançamento de lixo em vertentes, esgotos in-natura e águas servidas canalizadas diretamente para cursos d'água, etc. Segundo Farah (2003) este tipo de ocupação, principalmente quando atinge um adensamento médio, consegue reunir todos os fatores de risco que induzem ao desastre, com o deslizamento de encostas.

A palavra risco tem sido utilizada por diversas ciências, em diferentes contextos e com distintos significados. Muitas vezes pode ser substituída pelas palavras potencial, susceptibilidade, vulnerabilidade, sensibilidade ou danos potenciais (Dagnino & Carpi Junior, 2007). Distinções a parte, um aspecto comum é que o risco representa a probabilidade de ocorrência de um evento (Egler, 1996; Almeida Filho & Coutinho, 2007; Dagnino & Carpi Junior, *op. cit.*).

A Secretaria Nacional de Defesa Civil (2004; 2007) trabalha com os conceitos de risco e de desastre, definidos da seguinte forma:

- a) Risco – 1. Medida de dano potencial ou prejuízo econômico expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das conseqüências previsíveis. 2. Probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos. 3. Probabilidade de danos potenciais dentro de um período especificado de tempo e/ou de ciclos operacionais. 4. Fatores estabelecidos, mediante estudos sistematizados, que envolvem uma probabilidade significativa de ocorrência de um acidente ou desastre. 5. Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinado se concretize e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.
- b) Desastre - Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e conseqüentes prejuízos econômicos e sociais. Os desastres são quantificados em função dos danos e prejuízos, em termos de intensidade, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado. Normalmente o fator preponderante para a intensificação de um desastre é o grau de vulnerabilidade do sistema receptor.

No caso específico desta pesquisa, grande parte das áreas favelizadas estudada está localizada nos morros, pois historicamente a população mais rica foi se estabelecendo nas áreas mais baixas e planas, com algumas poucas exceções nos bairros do Leblon, Gávea e Barra da Tijuca (morro do Joá). As áreas localizadas acima da cota 100m foram consideradas Zonas de Reserva Florestal, ainda na década de 1970, juntamente com outros dispositivos incluídos na legislação para proporcionar uma graduação nos termos de restrição à ocupação (Schlee, 2011). Na maioria das cidades brasileiras a população economicamente desfavorecida tende a ser deslocada para a periferia ou cidades vizinhas, gerando cinturões de pobreza, mas no caso do Rio de Janeiro observa-se uma ocupação central e periférica devido à geografia da cidade (morros).

Assim, bolsões de pobreza situam-se próximas às áreas ocupadas pelas

classes média e alta, criando o contraste chocante, principalmente para um olhar estrangeiro, entre a opulência e a miséria. Outro fator importante que colaborou neste tipo de ocupação foi a ausência de infraestrutura de transportes, fazendo com que trabalhadores preferiam morar nas vizinhanças do empregador, mesmo às custas de uma menor qualidade de vida.

3

Interpretação de imagens de satélite

As imagens de satélite, para gerar informações úteis para a compreensão do espaço geográfico, necessitam ser interpretadas de acordo com diferentes técnicas. A técnica da interpretação visual foi comumente utilizada para classificação de imagens de satélite, porém o processo é lento e a interpretação subjetiva. Em busca de técnicas e processos mais rápidos e objetivos, com o avanço da tecnologia da geração e tratamento de imagens foram criados métodos de classificação automática que permitem realizar em poucas semanas um trabalho que antes demandaria meses (REGO, 2007).

A tecnologia de geração de imagens obtidas por sensores remotos instalados em satélites artificiais é essencial para os estudos ambientais, já que as imagens de satélites proporcionam uma visão sinóptica (do conjunto) e multitemporal (em diferentes datas) de extensas áreas da superfície terrestre (FLORENZANO, 2002). Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre problemas urbanos, rurais e ambientais, essas tecnologias representam uma importante ferramenta para levantamentos de cobertura e uso do solo urbano.

Neste trabalho estes levantamentos serão feitos em oito comunidades carentes situadas no entorno do Parque Nacional da Tijuca, comparando-se as modificações do uso do solo em um intervalo de 10 anos, em medições realizadas com auxílio de aerofotogrametria e sensoriamento remoto.

3.1

Áreas analisadas

O Parque Nacional da Tijuca foi criado em 1961 (Decreto Federal 50.923) com a função de proteger e disciplinar o uso da floresta da Tijuca, replantada e recomposta no século XIX, para preservar os mananciais de água que então abasteciam a cidade.

Sua denominação atual foi estabelecida pelo Decreto Federal 60.183 de

08/02/1967, pois antes era oficialmente conhecido como Parque Nacional do Rio de Janeiro, quando incorporou as áreas da Floresta da Tijuca, Morro da Carioca (Trapicheiro, Sumaré, Corcovado e Paineiras), Pedra da Gávea e Pedra Bonita (SMAC, 1998).

Os locais estudados nesse trabalho estão situados no entorno do Parque Nacional da Tijuca e possuem pelo menos parte de suas respectivas áreas em condições consideradas de risco e em desacordo com a legislação vigente.

Foram selecionadas as seguintes oito favelas: Borel, Cerro Corá, Complexo do Turano (incluindo as comunidades de Bispo, Rodo, Matinha, Pantanal e Sumaré), Mata Machado, Vila Parque da Cidade, Rocinha, Salgueiro e Santa Marta (Figura 3.1).

A evolução da ocupação do solo urbano nestas comunidades foi feita comparando-se visualmente ortofotos de 1999 com imagens do satélite IKONOS, de 21 de junho de 2009, com resolução radiométrica de 11 bits, além de outros dados vetoriais, conforme Tabela 3.1, pertencentes à base cartográfica do Laboratório de Geoprocessamento (LabGIS/NIMA) da PUC - Rio. O programa ArcGIS 9.3 foi utilizado para a manipulação e classificação das imagens.

Tabela 3.1- Dados utilizados na interpretação visual e construção dos mapas.

<i>Dados</i>	<i>Detalhes</i>	<i>Fonte</i>
Imagens		
Ortofotos	Folhas 286d, 286f, 287c, 287e, com 1m de resolução espacial.	Instituto Pereira Passos, 1999.
IKONOS	Bandas multiespectrais e pancromáticas fusionadas, com 1m de resolução espacial.	NIMA/SEA, 2010.
Dados vetoriais		
Limite estadual	Rio de Janeiro	CIDE, 2000.
Limite municipal	Rio de Janeiro	Instituto Pereira Passos, 1999.
Limite das favelas	Rio de Janeiro	Instituto Pereira Passos, 1999.
Curvas de nível	Cotas altimétricas com intervalo de 5m	Instituto Pereira Passos, 1999.

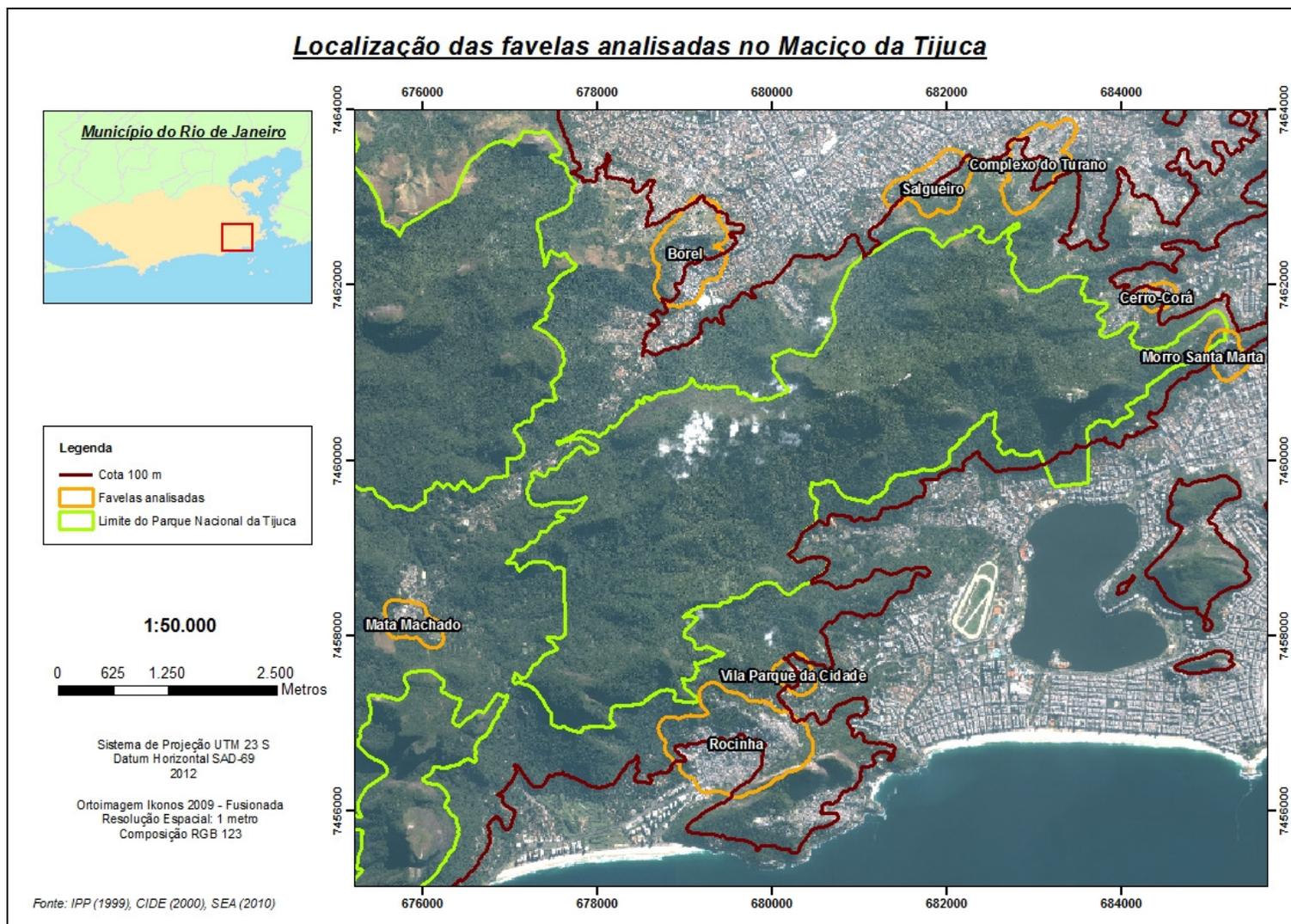


Figura 3.1 - Localização das favelas onde foi analisada a variação do padrão de cobertura do solo no entorno do Parque Nacional da Tijuca.

Como a expansão ou retração das favelas é um processo que varia no espaço e no tempo, nas presentes análises os limites das favelas, conforme definidos pelo Instituto Pereira Passos em 1999, foram acrescidos de 100m, incorporando também áreas limítrofes (Figura 3.2).

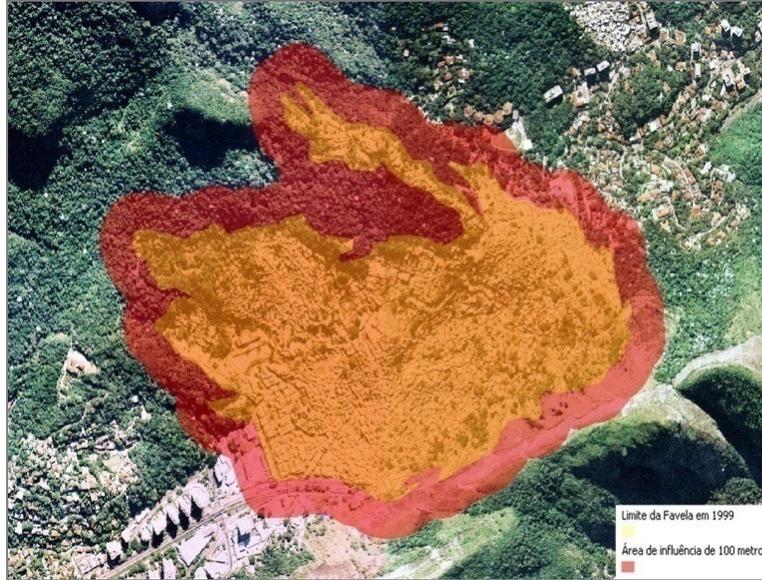


Figura 3.2 - Exemplo da Favela da Rocinha demonstrando o levantamento da área de influência de 100 metros em relação ao limite original.

3.2 Definição das classes

Foram comparadas visualmente ortofotos de 1999, fornecidas pelo IPP - Instituto Pereira Passos da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, e uma imagem do satélite IKONOS de 2009, como já mencionado anteriormente. Este método de comparação entre ortofotos e imagens de satélite é amplamente utilizado por órgãos técnicos, como o próprio IPP, e pela comunidade científica (JORGE & SARTORI, 2001; ARAÚJO *et al.*, 2008; IPP/SABREN, 2010).

Sobre as duas imagens foi estabelecida uma classificação de cobertura do solo com o intuito de distribuir os objetos geográficos dentro da área de interesse. A Tabela 3.2 lista as chaves de classificação utilizadas como base para orientação nesta tarefa.

Tabela 3.2 - Chave de classificação com os padrões espectrais utilizados na interpretação visual das classes de cobertura do solo das ortofotos (1999) e da imagem de satélite (2009) na área de estudo. Fonte: NIMA/SEA, 2010.

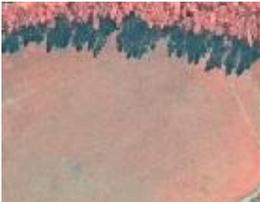
<i>Classe</i>	<i>Descrição</i>	<i>Amostra em 1999 (RGB 123)</i>	<i>Amostra em 2009 (RGB 123)</i>	<i>Amostra em 2009 (RGB 432)</i>
Afloramento rochoso	Textura: lisa homogênea, com formas naturais irregulares. Cor nas bandas do visível: marrom, cinza escuro e cinza claro. Cor no infravermelho: cinza claro a cinza escuro.			
Campo	Textura lisa com formas irregulares. Possui vegetação rasteira/gramíneas e ausência de vegetação arbóreo-arbustiva densa. Cor nas bandas do visível: verde musgo, verde claro, verde amarelado e amarelo. Cor no infravermelho: vermelho claro, cinza azulado.			
Solo Exposto	Textura relacionada à geometria apresenta-se lisa, textura referente à radiometria rugosa, com forma irregular. Ausência de vegetação e aparência seca do solo. Cor nas bandas do visível: marrom claro, marrom avermelhado, amarelo, marrom alaranjada, amarelo alaranjado. Cor no infravermelho: não utilizado por confundir com campo e área edificada.			

Tabela 3.2: Continuação (continua).

<i>Classe</i>	<i>Descrição</i>	<i>Amostra em 1999 (RGB 123)</i>	<i>Amostra em 2009 (RGB 123)</i>	<i>Amostra em 2009 (RGB 432)</i>
Vegetação	<p>Textura rugosa com formas naturais heterogêneas, principalmente caracterizadas por vegetação arbórea, mas também com presença de vegetação herbáceo-arbustiva. Em algumas áreas percebe-se a presença de embaúbas (<i>Cecropia</i> spp.). As árvores isoladas no meio do ambiente urbano também foram classificadas como vegetação. Cor nas bandas do visível: verde escuro, verde claro. Cor no infravermelho: vermelho a vermelho escuro</p>			
Sombra	<p>Textura lisa com forma irregular. Foram classificadas somente aquelas provocadas pelo relevo, excluindo-se as sombras de árvores e edificações. Cor nas bandas do visível: preto, cinza escuro e cinza. Cor no infravermelho: não utilizado.</p>			

Tabela 3.2: Continuação.

<i>Classe</i>	<i>Descrição</i>	<i>Amostra em 1999 (RGB 123)</i>	<i>Amostra em 2009 (RGB 123)</i>	<i>Amostra em 2009 (RGB 432)</i>
Água	Textura lisa com forma natural irregular. Cor nas bandas do visível: azul escuro, preto, verde, marrom, cinza escuro, branco. Cor no infravermelho: cinza escuro.			
Área Edificada	<p>Formas assimétricas e descontínuas. Textura rugosa com formas artificiais heterogêneas. Construções com cobertura de cerâmica (marrom avermelhado) e cobertura de lajes e amianto (branco a cinza), edificações de grande porte com cobertura em lajes (branco a cinza) e ocupações irregulares cobertas com lajes e amianto (branco a cinza).</p> <p>Formas retangulares e quadradas com organização contínua. Textura lisa com formas artificiais homogêneas. Construções com cobertura de cerâmica (marrom avermelhado) e cobertura de lajes e amianto (branco a cinza), edificações de grande porte com cobertura em lajes (branco a cinza) e ocupações irregulares cobertas com lajes e amianto (branco a cinza).</p> <p>Cor nas bandas do visível: Branco, Cinza, Cinza esbranquiçado, Vermelho, Marrom, Cor Alaranjada.</p> <p>Cor no infravermelho: Cinza-azulado e Branco-azulado.</p>			

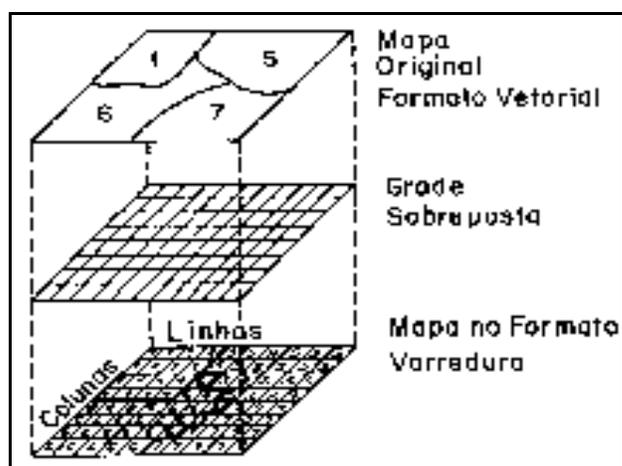
Observação - a presente chave de classificação teve como base a chave adotada no Programa Integrado de Monitoria Remota de Fragmentos Florestais e de Crescimento Urbano no Rio de Janeiro (PIMAR) realizado entre dezembro de 2008 e dezembro de 2010 pela Pontifícia Universidade Católica em parceria com o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e a Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN).

3.3 Classes nos anos de 1999 e 2009

Após a classificação das coberturas nas duas imagens, foi então realizada uma conversão do modelo vetorial para o modelo matricial. Desta maneira, diferentes pesos podem ser associados às classes de interesse, conforme Burrough (1996):

O modelo vetorial é composto por objetos em ambiente digital que têm ocupação definida no espaço, com geometria própria e forma. O modelo matricial é a representação de um atributo do espaço geográfico em unidades discretas denominadas pixel. Cada pixel detém uma resolução espacial e somente um tipo de informação. (...) uma matriz não contém objetos, apenas células com o mesmo tamanho e com informação de um único atributo.

Segundo Rego (2007), “várias matrizes com informações diferenciadas que tenham a mesma extensão geográfica e a mesma resolução espacial (o mesmo tamanho do pixel) permitem uma permeabilidade enorme dentro do espaço de representações”. A transformação do ambiente vetorial em ambiente matricial do dado geográfico está representada na Figura 3.3.



Fonte: <http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/estados/estados.htm>

Figura 3.3 - Estruturação da conversão do ambiente vetorial para o ambiente matricial.

Após a definição das classes em ambiente matricial foi então possível modificar os valores a elas associados, possibilitando desta forma atribuir para cada classe diferentes valores de peso nos anos de 1999 e 2009. Assim, foram geradas células que possuíam a mesma representação do espaço geográfico, mas em diferentes planos de informação, conforme a estrutura descrita na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Valores atribuídos às classes nos anos de 1999 e 2009.

<i>CLASSE</i>	<i>1999</i>	<i>2009</i>
Afloramento Rochoso	1	10
Campo	2	20
Solo Exposto	3	30
Vegetação	4	40
Sombra	5	50
Água	6	60
Área Edificada	7	70

Portanto, ao serem estipulados pesos para cada uma dessas células nos planos de informação torna-se possível criar modelos matemáticos que visem à integração efetiva dessas camadas.

No presente caso realizando uma simples soma entre as camadas são obtidas as seguintes 49 combinações possíveis: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 74, 75, 76 e 77.

Estas combinações informam então que toda a célula que possuir um valor múltiplo de 11 significa a manutenção da cobertura anteriormente existente. Já os valores não múltiplos, além de indicarem a ocorrência de alteração no padrão de cobertura também podem informar o tipo de mudança detectada. Por exemplo, se a resposta for o número 72 (2 + 70), pode-se entender pela interpretação das parcelas da soma que uma cobertura de campo (valor de classe 2 em 1999) se transformou em área edificada (valor de classe 70 em 2009).

Assim, como o objetivo do presente trabalho concentra-se no levantamento de novas edificações nas 8 favelas do entorno do Parque Nacional da Tijuca, todas as respostas contendo 71, 72, 73, 74, 75 ou 76 devem ser

analisadas. Adicionalmente, deve ser feita uma comparação visual entre as imagens dos polígonos onde variações foram detectadas porque as mesmas podem possuir leves distorções devido a diferentes ângulos de aquisição ou efeitos de escala.

3.4 Análise espacial da transformação da paisagem

Com o propósito de analisar geograficamente as mudanças verificadas nestas oito comunidades no período de 10 anos, e identificar possíveis elementos que inibam ou favoreçam estas alterações, todas as classes de 1999 que se transformaram em Área Edificada em 2009 tiveram levantadas suas respectivas informações sobre altitude e declividade do terreno.

Para definição das cotas altimétricas foi utilizada a base topográfica do IPP – Instituto Pereira Passos com curvas de nível a cada 5m, conforme ilustrado na Figura 3. 4 (esquerda). A partir desta informação, foi criado o mapa de cores 3D da Figura 3.4 (direita) obtida através de um modelo digital de triangulação (MDT) do terreno.

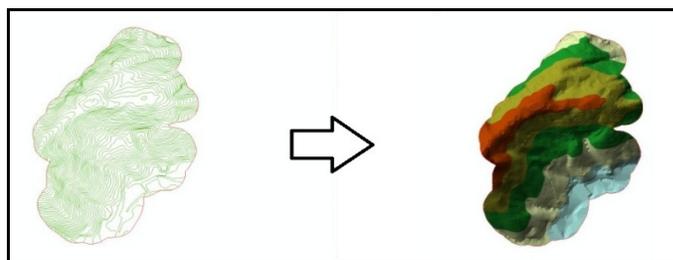


Figura 3.4 - Exemplo da criação do Modelo Digital de Triangulação a partir do arquivo de curvas de nível a partir do exemplo do limite da Favela do Borel.

Assim, pela introdução das coordenadas (x, y, z) do ponto de interesse é possível então obter as desejadas informações sobre declividade e orientação do terreno. Porém, com o propósito de quantificar a área compreendida entre as diferentes curvas de nível foi necessário novamente adotar uma descrição matricial (mapeamento 2D) que permita a reclassificação dos elementos da matriz com fatores de ponderação selecionados pelo analista. No presente estudo, foram

utilizadas três classes: duas classes básicas da cota $5m^1$ até a cota 100m e uma terceira classe para as áreas situadas acima da cota 100m (Figura 3.5). Ao se converter os dados novamente para a descrição vetorial, foi possível então determinar a área de terreno para cada uma das classes já definidas.

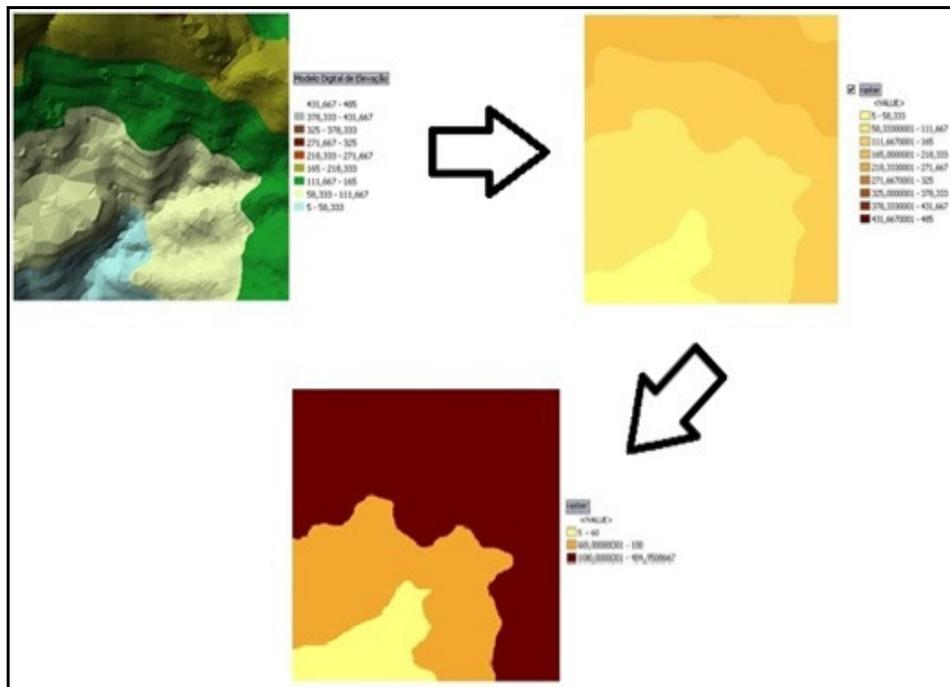


Figura 3.5 - Conversão do ambiente tridimensional para o ambiente matricial e conseqüente reclassificação dos valores da matriz em relação à elevação do terreno (altitude).

É importante observar que os dados referentes às curvas de nível do Instituto Pereira Passos utilizados no presente trabalho foram produzidos na escala de 1:10.000, adotando-se como tamanho de célula o valor dois para garantir um erro mínimo nas informações geográficas de 2 metros.

Também a partir do modelo digital de triangulação, e seguindo o mesmo procedimento adotado para a elevação do terreno, foi possível estabelecer mapas digitais da declividade do relevo em cada favela estudada. Para as declividades foram adotadas apenas duas classes: a primeira para áreas com declividade igual ou inferior a 45° e a segunda para áreas com declividade superior a 45° , como mostra a Figura 3.6.

¹ a primeira curva de nível existente na base topográfica digital do IPP.

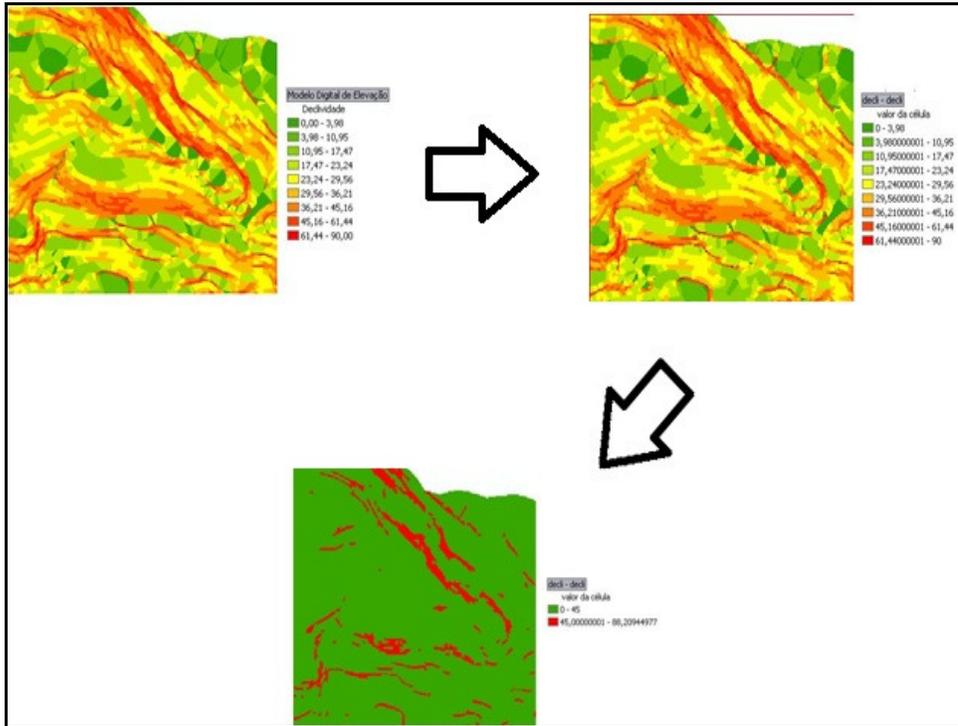


Figura 3.6 - Conversão do ambiente tridimensional para o ambiente matricial e consequente reclassificação dos valores da matriz em relação à declividade

4 Ocupação das encostas por favelas no período 1999 - 2009

4.1 Interpretação visual

4.1.1 Favela do Borel

A favela do Borel se localiza na Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro. A ocupação do morro do Borel, de propriedade da família francesa Puri Borel, teve início em 1922 com a construção de casebres de madeira com telhado de zinco em uma área de densa vegetação que concentrava muitas nascentes de água (IPP/SABREN, 2010).

Segundo levantamentos realizados pelo IPP, através de imagens de satélite e aerofotogrametria, a área ocupada teve redução de 2.525m² entre os anos de 1999 e 2009, conforme Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Área ocupada pela favela do Borel entre 1999 e 2009. (Fonte: IPP/SABREN, 2010).

Área Ocupada		
Ano	Área (m ²)	Fonte
1999	369.634	IPP
2004	361.912	IPP
2008	365.274	IPP
2009	367.109	IPP

Em relação aos dados do presente estudo (Figura 4.1) verifica-se que houve um decréscimo significativo de 11,05% na classe campo (Tabela 4.2), que pode ser atribuída, em parte pelo acréscimo da área com vegetação devido ao

processo de reflorestamento iniciado em 1987² pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, e também em parte pelo aumento da área edificada em 30.967m².

Outras variações observadas, como o crescimento da classe sombra e da classe afloramento rochoso, ocorreram provavelmente devido às condições de aquisição da imagem por satélite, mais sujeita a imprecisões do que as imagens aerofotogramétricas. A classe sombra teve uma variação significativa, explicada pelas condições de luminosidade da época em que as imagens foram feitas. A imagem da favela do Borel foi adquirida em 21 de junho de 1999, resultando em maior sombreamento devido ao menor ângulo de incidência dos raios solares no solstício de inverno do hemisfério Sul (Figura 4.2). Este aumento da classe sombra foi percebido em todas as análises comparativas das demais favelas estudadas no presente trabalho.

Já a variação positiva de 1,22% da classe afloramento rochoso é provavelmente causada pelo ângulo de visada do satélite, i.e., o ângulo em que o sensor se posiciona em relação à Terra no momento de aquisição da imagem. Quanto mais próximo de 90°, menor a exposição, captando-se somente o topo dos afloramentos rochosos. Com a diminuição da inclinação, a imagem do afloramento rochoso aumenta (Figura 4.3).

²O programa Mutirão Reflorestamento é desenvolvido pela Coordenação de Recuperação Ambiental da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, concentrando a maior parte das iniciativas de reflorestamento da cidade do Rio de Janeiro (IPP, 2010).

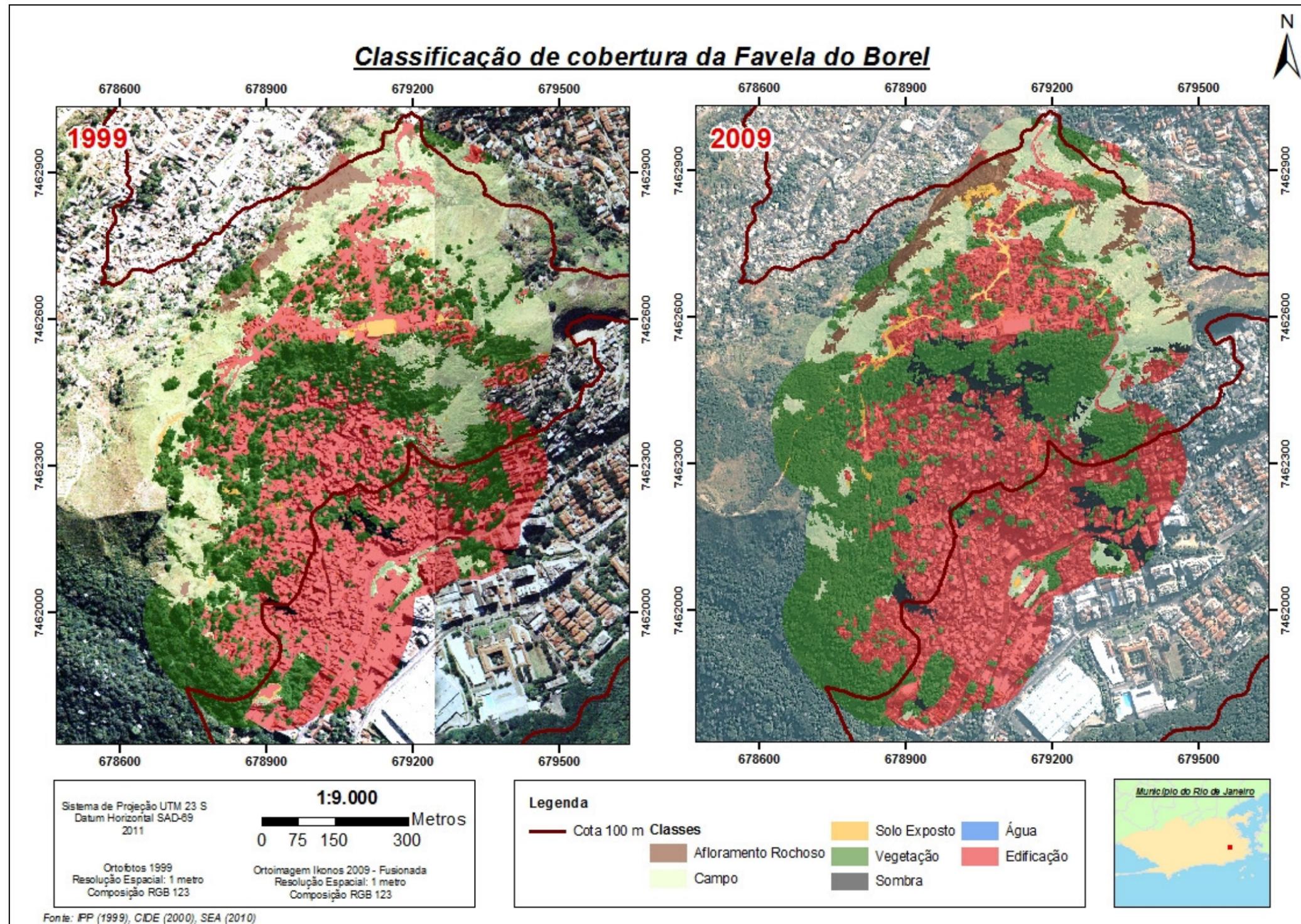
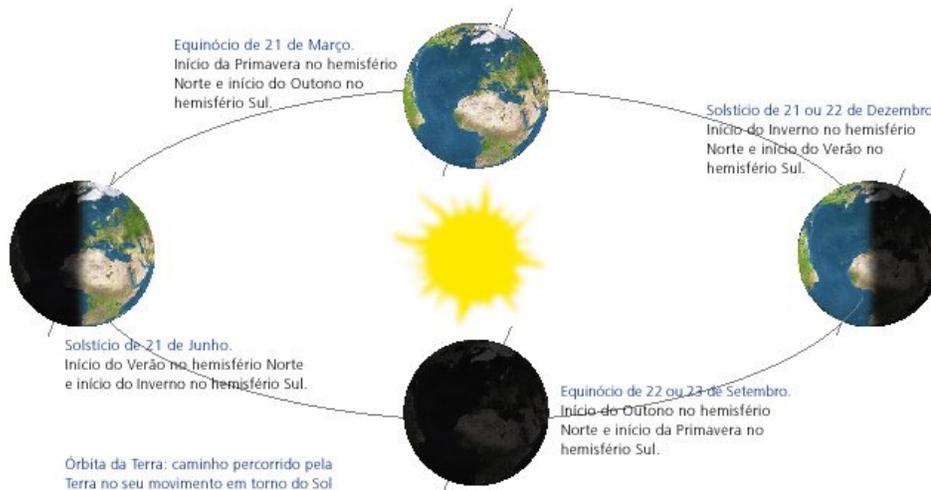


Figura 4.1 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na Favela do Borel nos anos de 1999 e 2009.

Tabela 4.2 - Área ocupada na favela do Borel por cada uma das classes analisadas no presente estudo.

<i>Classes/ano</i>	<i>1999 (m²)</i>	<i>1999 (%)</i>	<i>2009 (m²)</i>	<i>2009 (%)</i>	<i>Varição (%)</i>
Afloramento Rochoso	14.895	2,02	23.929	3,24	1,22
Água	-	-	-	-	-
Área edificada	264.056	35,73	295.023	39,92	4,19
Campo	193.188	26,14	111.534	15,09	-11,05
Solo exposto	5.516	0,75	9.058	1,23	0,48
Sombra	3.473	0,47	25.740	3,48	3,01
Vegetação	257.890	34,90	273.734	37,04	2,14
Total	739.018	100,00	739.018	100,00	



Fonte: adaptado de <http://www.astro.110mb.com/equinociosesolsticios.html>

Figura 4.2 –: Figura demonstrando as diferentes condições de iluminação ao longo do ano devido à inclinação do eixo de rotação da Terra. No solstício de inverno no Hemisfério Sul, temos os dias mais curtos e as noites mais longas.

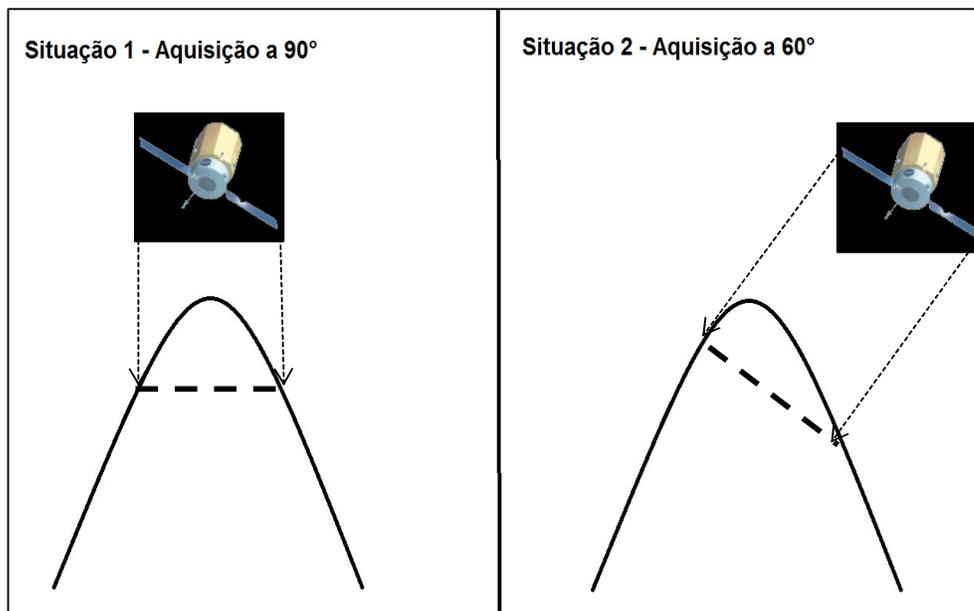


Figura 4.3 - Diferentes condições de aquisição da imagem devido ao ângulo de visada do satélite. No momento em que se projeta a imagem no plano, conseqüentemente, temos que na situação 2, há um aumento de área, em relação à situação 1.

4.1.2 Favela Cerro-Corá

O Cerro-Corá teve fases distintas de ocupação do solo. Por volta de 1903, o local era considerado área nobre pelos moradores que afirmavam possuir

titularidade dos lotes. Mais tarde, na década de 1930, iniciou-se o processo de ocupação irregular nas proximidades da atual Associação de Moradores, que prosseguiu ao longo dos anos 1940 com a invasão do terreno pertencente ao Ministério da Fazenda. Durante essa época, a área era chamada de “Pau da Bandeira”, recebendo a atual designação Cerro-Coráem 1966 quando foi fundada a Associação dos Moradores (IPP/SABREN, 2010).

Segundo levantamentos realizados pelo IPP, a favela não sofreu ampliação de sua área física entre os anos 1999 e 2009 (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Área ocupada pela favela Cerro-Corá entre 1999 e 2009.

Área Ocupada		
Ano	Área (m ²)	Fonte
1999	13.369	IPP
2004	13.369	IPP
2008	13.369	IPP
2009	13.369	IPP

Fonte: IPP/SABREN, 2010

Este fato é corroborado pelos dados analisados neste estudo, não se observando grandes variações na ocupação do solo naquele período. Nota-se na Figura 4.4 e Tabela 4.4 que a área edificada teve uma pequena redução de 489m², mas que não necessariamente implica na estabilidade de áreas construídas porque pode ter ocorrido a chamada verticalização da favela, o que não foi possível identificar na análise das imagens disponíveis e tampouco do relatório do Tribunal de Contas do Município do Rio de Janeiro, referente ao ano 2009, sobre o monitoramento dos programas de urbanização em áreas de baixa renda da Secretaria Municipal de Habitação (TCMRJ, 2009).

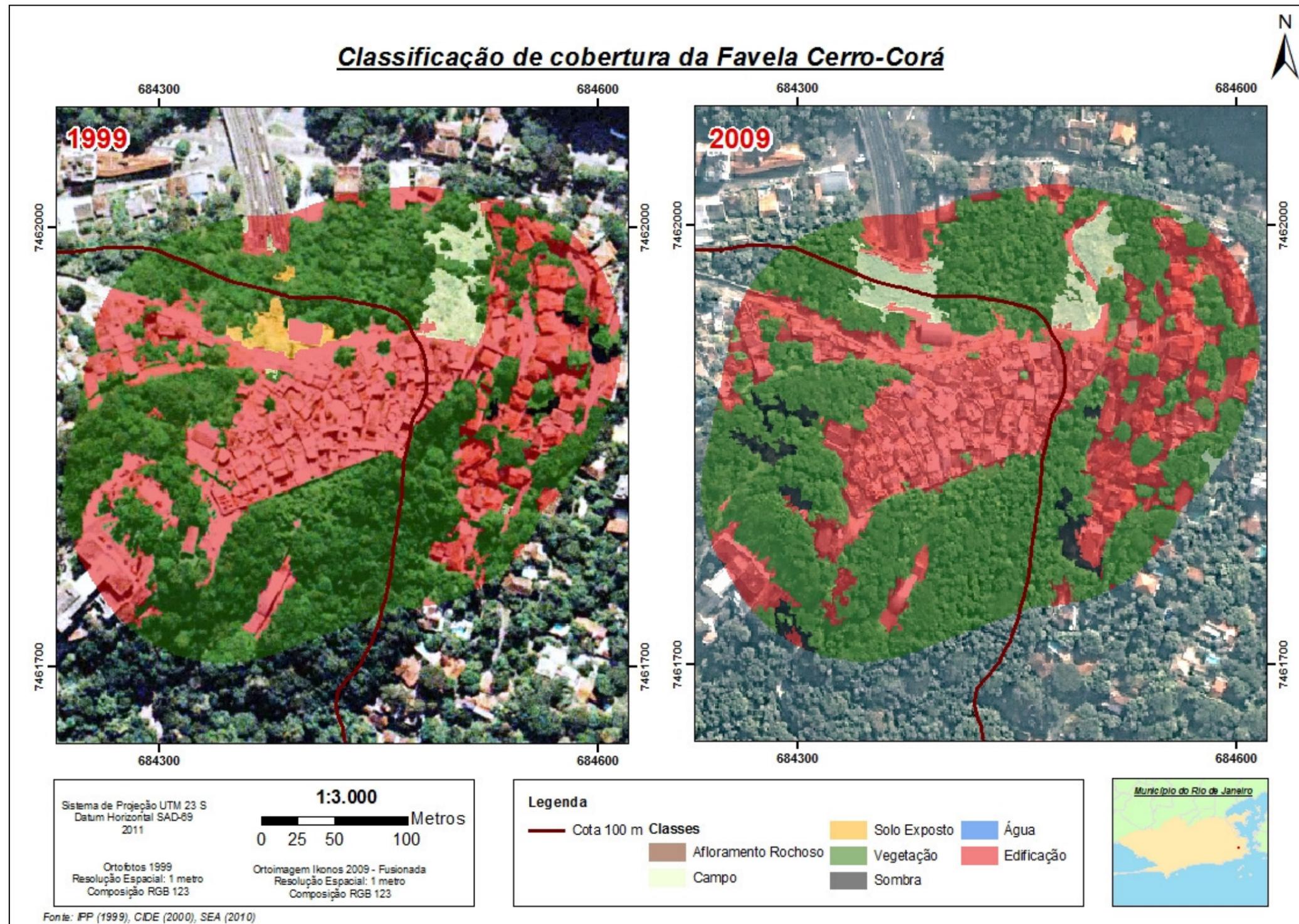


Figura 4.4 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na Favela Cerro-Corá nos anos de 1999 e 2009.

Tabela 4.4 - Área ocupada na favela Cerro-Corá por cada uma das classes analisadas no presente estudo.

<i>Classes/ano</i>	<i>1999 (m²)</i>	<i>1999 (%)</i>	<i>2009 (m²)</i>	<i>2009 (%)</i>	<i>Varição (%)</i>
Afloramento Rochoso	-	-	-	-	-
Água	-	-	-	-	-
Área edificada	36.057	37,92	35.568	37,41	-0,51
Campo	2.531	2,66	3.993	4,20	1,54
Solo exposto	1.154	1,21	15	0,02	-1,20
Sombra	535	0,56	1.970	2,07	1,51
Vegetação	54.806	57,64	53.537	56,31	-1,33
Total	95.083	100,00	95.083	100,00	

A redução observada na área edificada pode ainda ser devido a dois fatores: a grande presença de sombras na imagem de satélite de 2009, conforme mencionado anteriormente, e a existência de construções sob a copa das árvores, dificultando a identificação das mesmas.

O aumento na área da classe campo (1,54%) e a redução na área da classe vegetação (1,33%) podem ser explicados pelo deslizamento de terra ocorrido em outubro de 2007 na comunidade situada imediatamente acima de uma das entradas do túnel Rebouças, principal ligação entre as zonas Norte e Sul da cidade. Da Figura 4.5 pode-se perceber que a vegetação não conseguiu se recuperar, passados dois anos após o acidente.

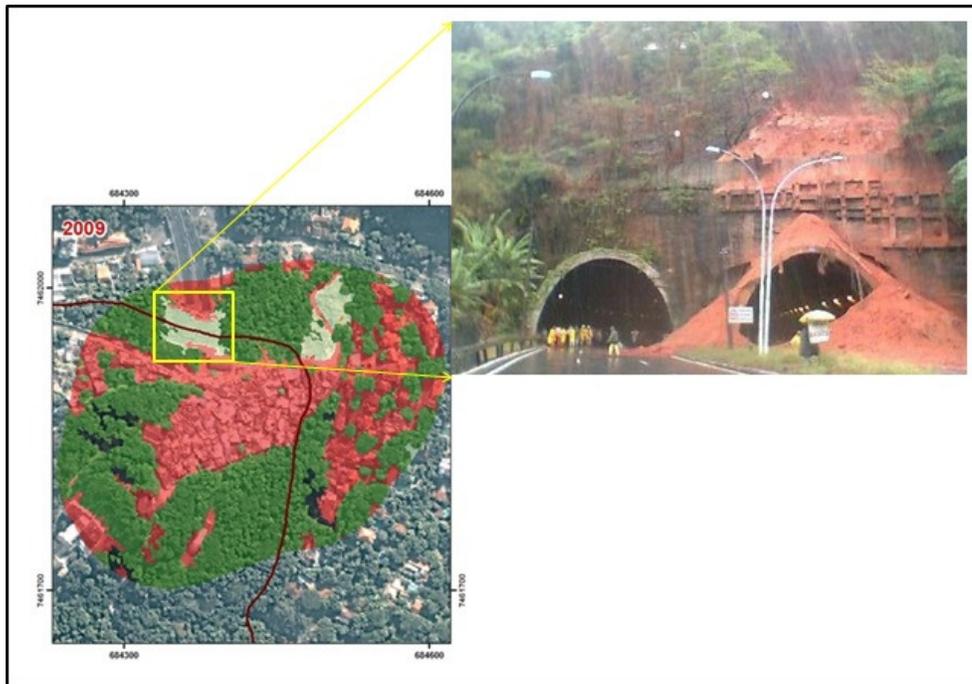


Figura 4.5 - Destaque no mapa de classificação visual (esquerda) da cobertura de solo na favela Cerro-Corá no ano de 2009 relativa à área onde ocorreu o deslizamento de terra em uma das entradas do túnel Rebouças no ano de 2007 (direita).

4.1.3 Complexo do Turano

As comunidades que compõem o Complexo do Turano situam-se na zona Norte da cidade, divididas em duas regiões administrativas (RAs). Na III RA, no bairro do Rio Comprido, ficam as comunidades do Bispo, do Rodo, da Matinha, do Pantanal e do Sumaré (Turano 1) enquanto que na VIII RA, no bairro da Tijuca, situam-se as comunidades da Liberdade e da Chacrinha, que formam o Turano 2. As comunidades do Turano 1 têm como vizinhos os bairros do Catumbi, do Estácio e da Cidade Nova e as do Turano 2 o bairro do Rio Comprido.

No Turano 1 a comunidade do Bispo é a mais antiga, situada na parte mais baixa da encosta do morro, ao longo da faixa entre os fundos da Rua Aureliano Portugal e o campus da Universidade Estácio de Sá. A comunidade do Rodo é a mais recente, ocupando o terreno à montante da universidade, sendo delimitada pela rede de alta tensão da Light e a própria comunidade do Bispo. A comunidade da Matinha fica na faixa de encosta entre os fundos do lado par da Rua Aureliano Portugal e a Rua Joaquim Pizarro enquanto a comunidade Pantanal situa-se entre as comunidades do Bispo, ao sul, e da Matinha, ao norte. A comunidade do Sumaré forma a favela de menor densidade habitacional, localizada na parte mais alta do morro do Turano e está fisicamente separada das demais pela faixa reservada aos cabos de alta tensão da Light.

Na face oeste da encosta do morro do Turano ficam as comunidades do Turano 2. Liberdade ainda se caracteriza por terrenos de baixa densidade que começam a ser ocupados e formar localidades batizadas de Vista Alegre, Pedacinho do Céu e Tanque. Chacrinha fica na parte mais baixa da encosta, separada fisicamente da comunidade Liberdade por um maciço rochoso (IPP/SABREN, 2010).

De acordo com o levantamento feito pelo IPP (Tabela 4.5) também não houve ampliação da área física ocupada pelas comunidades do complexo do Turano no período 1999 a 2009. No levantamento do presente estudo se constatou que a área edificada permaneceu praticamente invariável, com apenas um pequeno

decréscimo de 171m² (Tabela 4.6) porém, como ressaltado no caso da favela Cerro-Corá, nada é possível afirmar com respeito à possibilidade de crescimento vertical da favela.

Tabela 4.5 – Área ocupada pelo Complexo do Turano entre 1999 e 2009.

Área Ocupada		
Ano	Área (m ²)	Fonte
1999	57.639	IPP
2004	57.639	IPP
2008	57.639	IPP
2009	57.639	IPP

Fonte: IPP/SABREN, 2010

Com base na análise visual da Figura 4.6 foram obtidos os dados apresentados na Tabela 4.6, onde se observa um decréscimo significativo da área de campo, associado a um grande aumento da área da vegetação, possivelmente indicando o sucesso na implantação do programa Mutirão Reflorestamento da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro nas comunidades deste complexo.

4.1.4 Favela Mata Machado

As terras onde se situa a favela Mata Machado pertenceram a João Leopoldo Mata Machado, nobre da época do Brasil Império. A partir de 1945, as ruínas da "casa grande" foram ocupadas por dezesseis famílias e demolidas definitivamente em 1970. Hoje, a posse do terreno é contestada, com o pretenso proprietário não possuindo a documentação legal do terreno (IPP/SABREN, 2010).

Observa-se das informações listadas na Tabela 4.7 que a comunidade em 2009 ampliou a área ocupada em aproximadamente 2000m², ou cerca de 3% em relação à área existente dez anos antes. O aumento da densidade das edificações pode ser nitidamente observado na comparação entre as imagens de 1999 e 2009 (Figura 4.7), corroborado pelo acréscimo da classe área edificada na Tabela 4.8.

Tabela 4.6 - Área ocupada no Complexo do Turano por cada uma das classes analisadas no presente estudo.

<i>Classes/ano</i>	<i>1999 (m²)</i>	<i>1999 (%)</i>	<i>2009 (m²)</i>	<i>2009 (%)</i>	<i>Variação (%)</i>
Afloramento Rochoso	129	0,02	233	0,04	0,02
Água	0 (zero)	0,00	0 (zero)	0,00	0,00
Área edificada	270.118	48,41	269.947	48,38	-0,03
Campo	80.489	14,43	29.321	5,26	-9,17
Solo exposto	13.303	2,38	11.796	2,11	-0,27
Sombra	11.409	2,04	5.577	1,00	-1,05
Vegetação	182.487	32,71	241.061	43,21	10,50
Total	557.935	100,00	557.935	100,00	

Tabela 4.7 - Área ocupada pela favela Mata Machado entre 1999 e 2009.

Área Ocupada		
Ano	Área (m ²)	Fonte
1999	67.439	IPP
2004	68.151	IPP
2008	69.443	IPP
2009	69.443	IPP

Fonte: IPP/SABREN, 2010

Por outro lado, observou-se um aparente decréscimo nas áreas das classes de campo, solo exposto e vegetação mas o problema do sombreamento da imagem de satélite impediu que resultados mais conclusivos pudessem ser obtidos em uma área de 11.000m², equivalente a cerca de 5% da área total da favela estudada (Tabela 4.8).

4.1.5 Favela Vila Parque da Cidade

A área hoje ocupada pela favela Vila Parque da Cidade pertencia inicialmente a imigrantes espanhóis e posteriormente à família Guinle que a doou para a implantação do Parque da Cidade. No início, havia dezesseis moradores e funcionários do parque (IPP/SABREN, 2010).

De acordo com os dados fornecidos pelo IPP (Tabela 4.9), a área ocupada pela favela não apresentou aumento significativo no período 1999 a 2009.

Na comparação entre as imagens separadas por um período de dez anos (Figura 4.8) foi observado um aumento expressivo da classe de sombra, passando de 2%, em 1999, para 8%, em 2009, com uma redução nas classes de vegetação e de área edificada quase que nesta mesma proporção (Tabela 4.10). Uma análise mais detalhada mostra realmente que partes das áreas de sombra em 2009 situam-se onde em 1999 havia vegetação e área edificada.

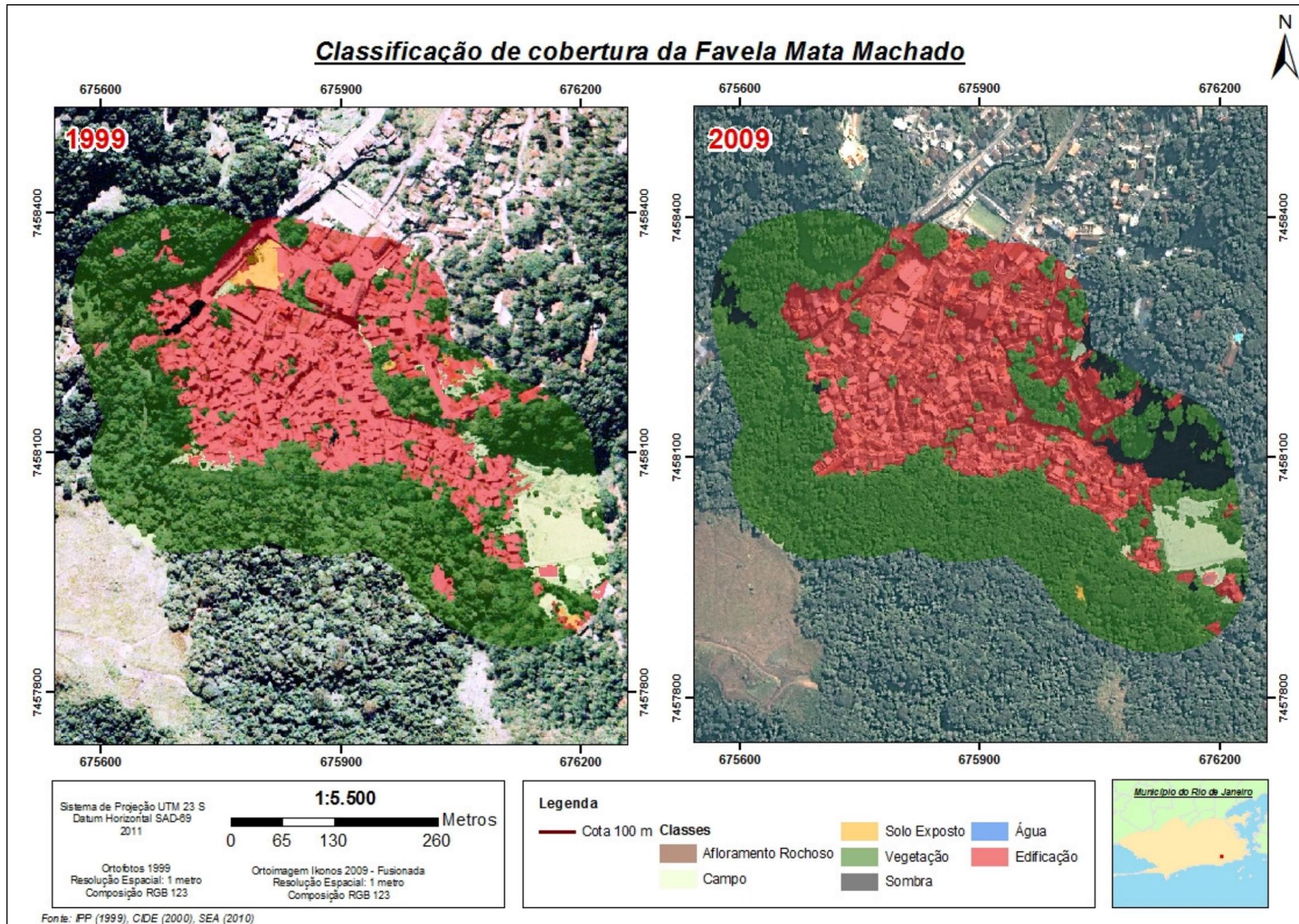


Figura 4.7 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na favela Mata Machado nos anos de 1999 e 2009.

Tabela 4.8 - Área ocupada na favela Mata Machado por cada uma das classes analisadas no presente estudo.

<i>Classes/ano</i>	<i>1999 (m²)</i>	<i>1999 (%)</i>	<i>2009 (m²)</i>	<i>2009 (%)</i>	<i>Varição (%)</i>
Afloramento Rochoso	0 (zero)	0,00	0 (zero)	0,00	0,00
Água	0 (zero)	0,00	0 (zero)	0,00	0,00
Área edificada	91.048	36,78	94.201	38,06	1,27
Campo	16.944	6,85	7.222	2,92	-3,93
Solo exposto	2.821	1,14	141	0,06	-1,08
Sombra	734	0,30	11.812	4,77	4,48
Vegetação	135.967	54,93	134.138	54,19	-0,74
Total	247.514	100,00	247.514	100,00	

Tabela 4.9 - Área ocupada pela favela Vila Parque da Cidade entre 1999 e 2009.

Área Ocupada		
Ano	Área (m ²)	Fonte
1999	39.828	IPP
2004	39.828	IPP
2008	39.958	IPP
2009	39.958	IPP

Fonte: IPP/SABREN, 2010

4.1.6 Favela da Rocinha

Em 1927 a região hoje ocupada pela favela da Rocinha era uma grande fazenda chamada Quebra-Cangalha. Nesta época toda a área onde antes existiam grandes engenhos de açúcar foi repartida em pequenas chácaras. Os produtos cultivados pelas famílias que se fixaram ali – a maioria constituída por invasores desabrigados pela crise do café de 1929 - eram colocados à venda na feira da Praça Santos Dumont, que então abastecia toda a zona Sul carioca. O nome Rocinha só começaria a ser empregado em meados dos anos 1930, quando os fregueses da feira perguntavam a procedência dos legumes e hortaliças ali vendidos e tinham como resposta a "rocinha" do alto da Gávea (Viva Rio, 2012). Com a aquisição pela Companhia GUIDON de parte da área em 1937, oitenta lotes sem infra-estrutura, foram vendidos. Em 1938, com a Estrada da Gávea asfaltada, acelerou-se a ocupação por pessoas que acreditavam que o local era constituído por terras públicas, invadindo áreas próximas (IPP/SABREN, 2010). Em 1960 houve um segundo surto de expansão da comunidade, durante o grande crescimento imobiliário nos bairros de Ipanema, Leblon, Gávea e Jardim Botânico, quando milhares de nordestinos se fixaram na favela, atraídos pelas oportunidades de trabalho na construção civil.

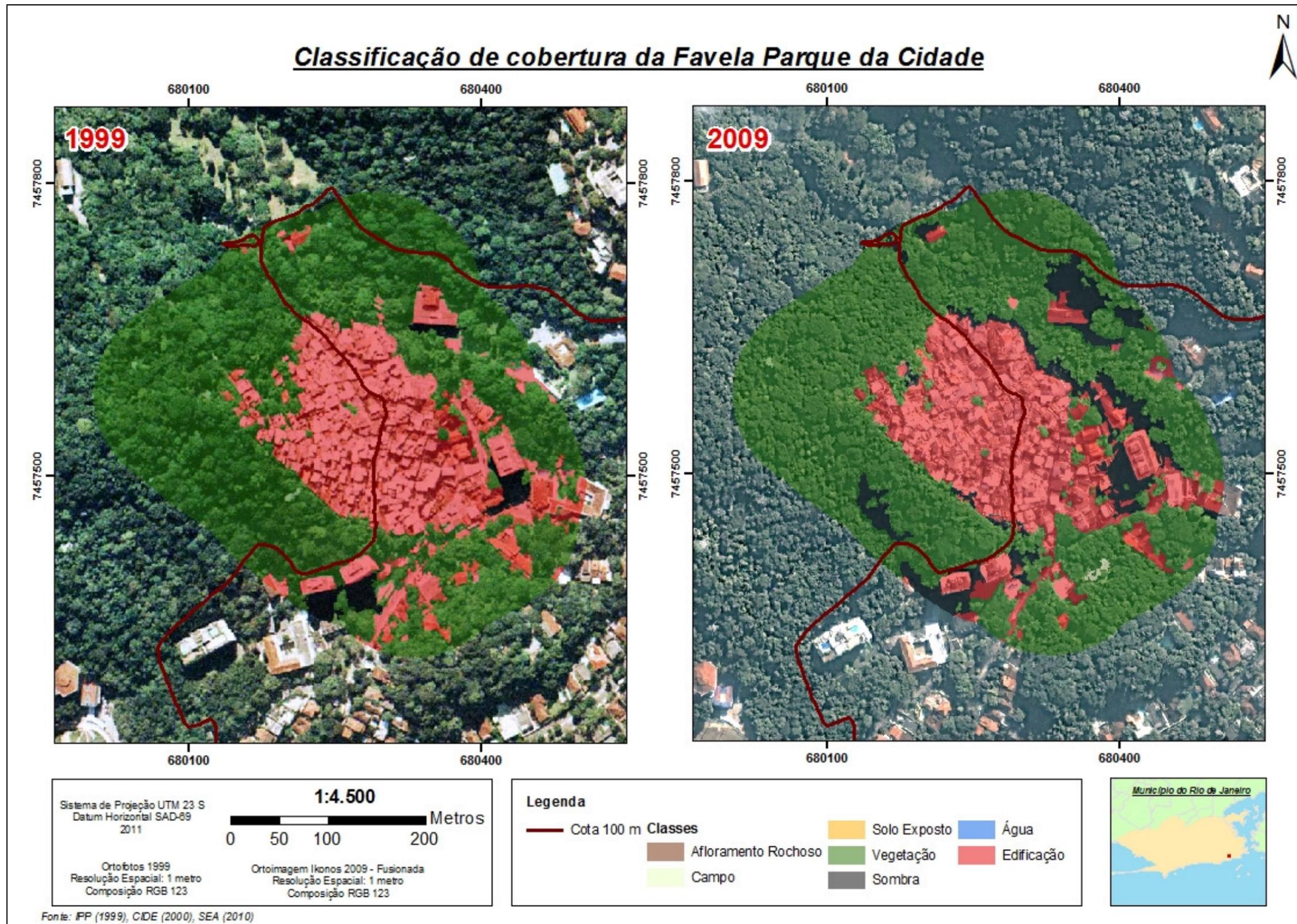


Figura 4.8 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na favela Vila Parque da Cidade nos anos de 1999 e 2009.

Tabela 4.10 - Área ocupada na favela Vila Parque da Cidade por cada uma das classes analisadas no presente estudo.

<i>Classes/ano</i>	<i>1999 (m²)</i>	<i>1999 (%)</i>	<i>2009 (m²)</i>	<i>2009 (%)</i>	<i>Variação (%)</i>
Afloramento Rochoso	0 (zero)	0,00	0 (zero)	0,00	0,00
Água	0 (zero)	0,00	0 (zero)	0,00	0,00
Área edificada	49.302	30,58	44.270	27,46	-3,12
Campo	0 (zero)	0,00	212	0,13	0,13
Solo exposto	0 (zero)	0,00	0 (zero)	0,00	0,00
Sombra	3.462	2,15	13.499	8,37	6,23
Vegetação	108.471	67,28	103.254	64,04	-3,24
Total	161.235	100,00	161.235	100,00	

Dados do IPP mostram em 2009 um aumento de 21.644m² na área da favela da Rocinha, uma ampliação física 2,5% em relação à 1999 (Tabela 4.11).

Tabela 4.11 - Área ocupada pela favela da Rocinha entre 1999 e 2009.

Área Ocupada		
Ano	Área (m ²)	Fonte
1999	852.968	IPP
2004	863.589	IPP
2008	869.386	IPP
2009	874.612	IPP

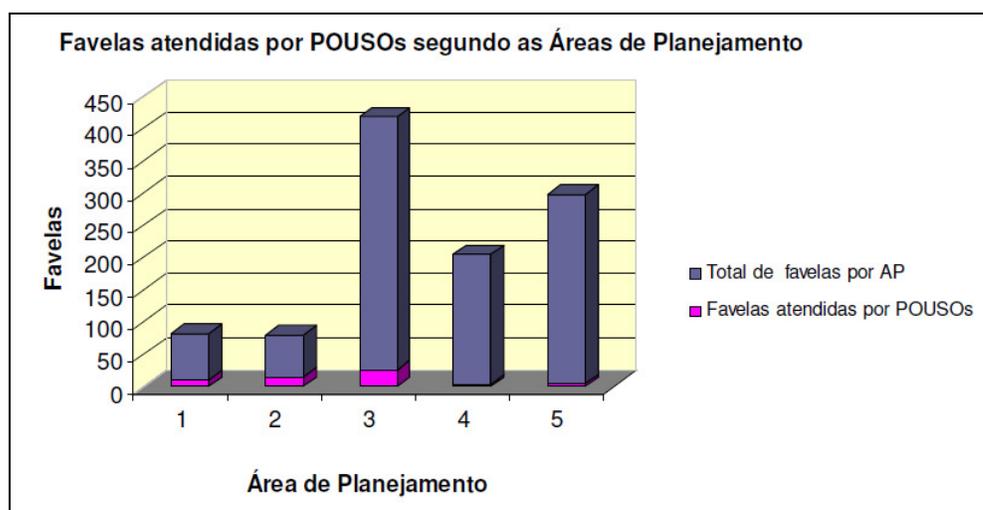
Fonte: IPP/SABREN, 2010

Porém, o crescimento vertical que acontece nesta favela é evidente (Figura 4.9). Segundo a Coordenadoria de Orientação e Regularização Urbanística da Secretaria Municipal de Urbanismo (CRU/SMU), dentre aquelas localidades acompanhadas pelos Postos de Orientação Urbanística e Social (POUSO), as favelas da Rocinha e do Vidigal são as comunidades que apresentam maior crescimento vertical das construções (TCMRJ, 2009).



Figura 4.9 - Verticalização de edificações na favela da Rocinha (TCMRJ, 2009).

Um dado importante é que estudos do IPP – Instituto Pereira Passos indicam que favelas beneficiadas com programas de urbanização (POUSO), a taxa de crescimento horizontal é de ordem de 6 vezes menor do que nas favelas que ainda não dispõem do programa (VIAL & CAVALLIERI, 2009). Infelizmente, o número de favelas atendidas pelos POUSOs é ainda relativamente muito pequeno, conforme gráficos da Figura 4.10.



Fonte: TCMRJ, 2009

Figura 4.10 - Relação entre o número total de favelas nas áreas de planejamento (AP) e o número daquelas atendidas por POUSOs.

Especificamente no caso da favela da Rocinha, no presente estudo notou-se pouca variação no uso do solo nas classes de vegetação, área edificada e solo exposto, conforme Tabela 4.12. A mudança mais expressiva foi verificada na classe campo, substituída por vegetação, como pode ser verificado na Figura 4.11.

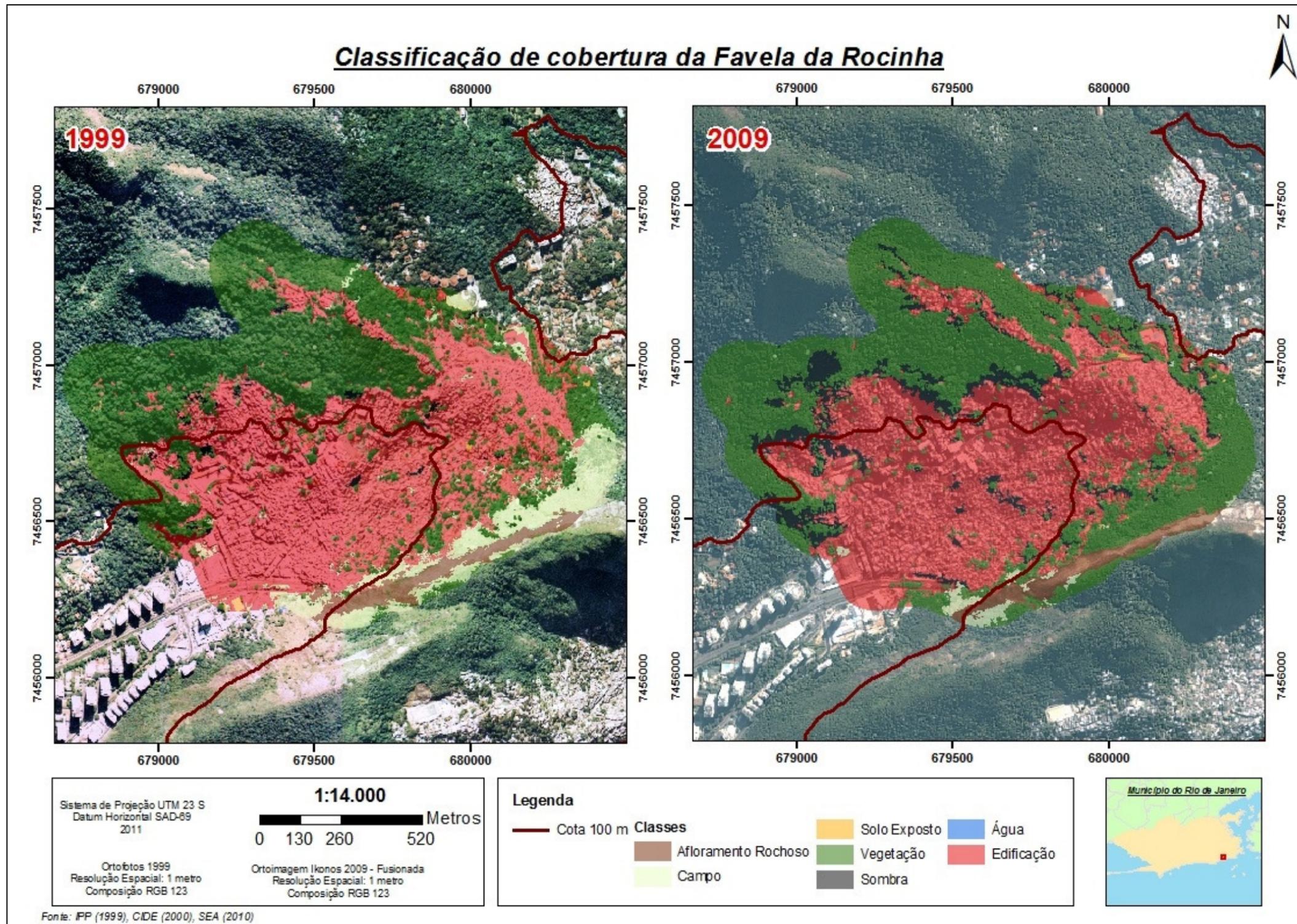


Figura 4.11 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na favela da Rocinha nos anos de 1999 e 2009.

Tabela 4.12 - Área ocupada na favela da Rocinha por cada uma das classes analisadas no presente estudo.

<i>Classes/ano</i>	<i>1999 (m²)</i>	<i>1999 (%)</i>	<i>2009 (m²)</i>	<i>2009 (%)</i>	<i>Varição (%)</i>
Afloramento Rochoso	43.098	2,96	41.380	2,84	-0,12
Água	0 (zero)	0,00	0 (zero)	0,00	0,00
Área edificada	668.097	45,83	671.412	46,06	0,21
Campo	117.725	8,08	17.011	1,17	-6,91
Solo exposto	2.398	0,20	873	0,06	-0,10
Sombra	12.598	0,86	109.331	7,50	6,64
Vegetação	613.216	42,07	617.591	42,37	0,29
Total	1.457.638	100,00	1.457.638	100,00	

4.1.7 Favela do Salgueiro

Os primeiros habitantes da favela, segundo moradores, foram os escravos que abandonaram as fazendas de café no Alto da Boa Vista e começaram a ocupar o local construindo as primeiras choupanas. A comunidade só foi batizada na década de 1920 após a chegada do comerciante português Domingos Alves Salgueiro, dono de uma fábrica de conservas na Tijuca e proprietário de 30 barracos na favela. Seu nome, aos poucos, virou referência para quem visitava o local. Na década de 1940, o crescimento da favela acelerou em decorrência do processo migratório do interior do Estado do Rio de Janeiro, sobretudo da região nortefluminense. Em 1966, devido à ocorrência de fortes chuvas na cidade, houve desabamentos morro e posterior remoção de famílias das áreas mais inseguras (IPP/SABREN, 2010; Viva Rio, 2012).

Dados disponíveis no IPP registraram em 2009 um aumento de 5.504m² na área da favela, o que representa um crescimento relativo de 3,2% em relação à área ocupada em 1999, conforme Tabela 4.13 (IPP/SABREN, *op.cit.*).

Tabela 4.13 - Área ocupada pela favela do Salgueiro entre 1999 e 2009.

Área Ocupada		
Ano	Área (m ²)	Fonte
1999	171.617	IPP
2004	171.613	IPP
2008	175.816	IPP
2009	177.121	IPP

Fonte: IPP/SABREN, 2010

No presente estudo, todavia, foi observado um ligeiro decréscimo na área edificada, de 5.474m² ou aproximadamente 1% (Tabela 4.14). Este fato pode ter ocorrido em virtude do aumento da vegetação que acaba por encobrir as construções, principalmente as mais baixas e menores, impedindo a visualização e contabilização das mesmas na imagem (Figura 4.12). Ressalte-se na Tabela 4.14 e Figura 4.12 a expressiva alteração verificada nas classes Vegetação (acrécimo) e

Campo (decréscimo), em mais de 16%, indicando os efeitos positivos do Programa Mutirão de Reflorestamento da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

4.1.8 Favela Santa Marta

Localiza-se entre os bairros de Laranjeiras e Botafogo. Os primeiros migrantes chegaram ao local por volta de 1942, provenientes do Norte e do Nordeste do país. Até então, a área era constituída por uma densa mata pertencente ao vizinho Colégio Santo Inácio. Os moradores se referem à favela como Santa Marta por causa da imagem da santa abrigada até hoje numa capela na parte mais alta do morro, que teria sido trazida por uma antiga moradora ainda no início do século 20. A confusão com o nome da comunidade, quando passou a ser também conhecida por Dona Marta, iniciou por causa do mirante Dona Marta que existe no alto do morro. Os moradores que seguem a religião evangélica - e não acreditam em santos – chamam a comunidade de Dona Marta que, aos poucos vai se popularizando, em virtude do crescimento dos fiéis que professam a religião evangélica. (IPP/SABREN, 2010; Viva Rio, 2012).

Dos levantamentos efetuados pelo IPP constata-se uma redução da área ocupada pela favela entre os anos de 1999 e 2009, conforme dados da Tabela 4.15.

No presente estudo (Figura 4.13), foram verificadas uma redução de área edificada (5,59%) e de vegetação (8,06%) e, em contrapartida, um grande acréscimo aproximadamente do mesmo valor de área de sombra (13,83%), conforme dados da Tabela 4.16. A grande área de sombra, além do fato da imagem ter sido adquirida no solstício de inverno do ano de 1999, decorre também da existência de grandes afloramentos rochosos e pelo fato da comunidade estar localizada na face sul da encosta enquanto a posição do sol no mês de junho situa-se mais ao norte.

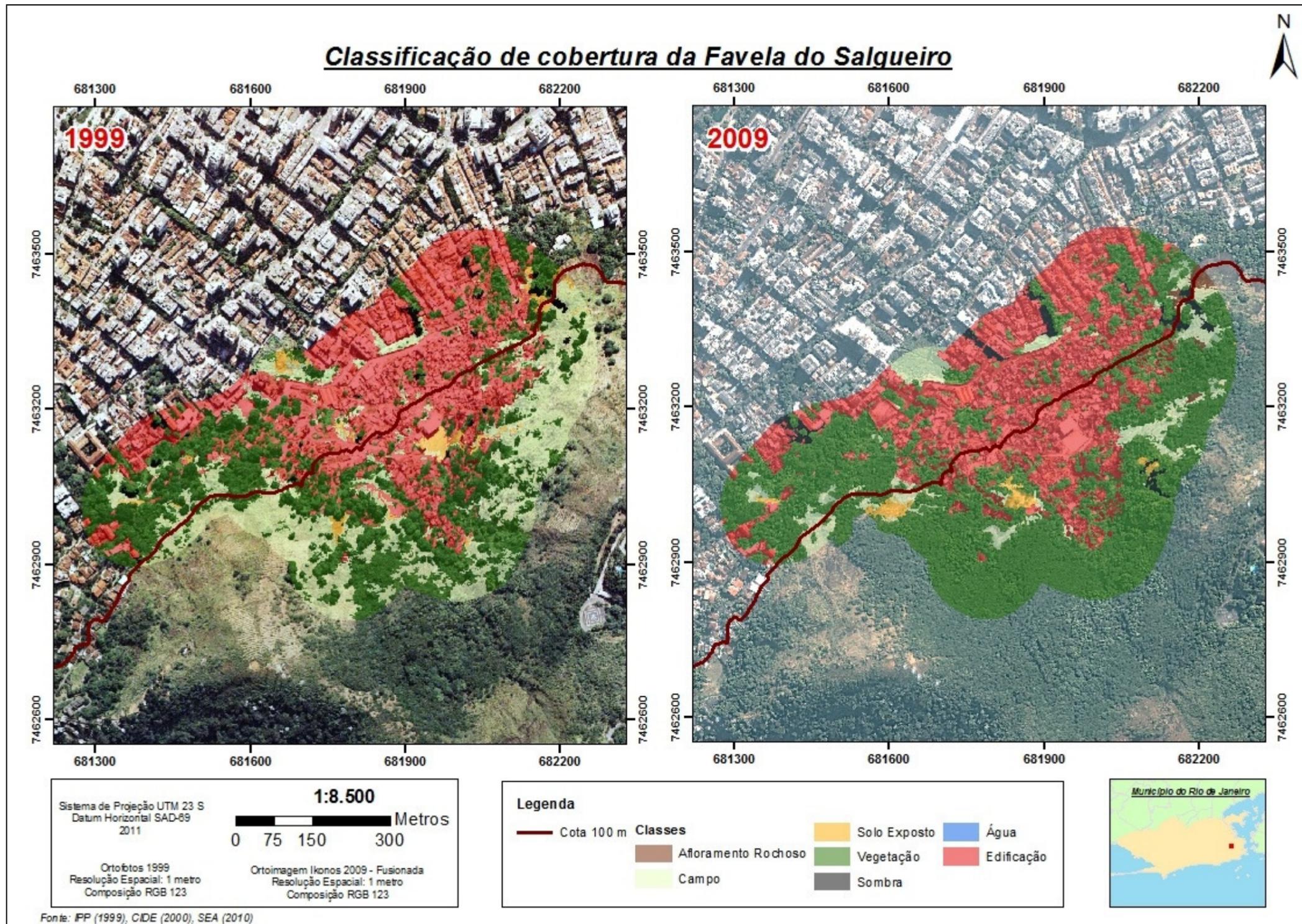


Figura 4.12 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na favela do Salgueiro nos anos de 1999 e 2009.

Tabela 4.14 - Área ocupada por cada uma das classes analisadas nas imagens nos anos de 1999 e 2009 na favela do Salgueiro.

<i>Classes/ano</i>	<i>1999 (m²)</i>	<i>1999 (%)</i>	<i>2009 (m²)</i>	<i>2009 (%)</i>	<i>Varição (%)</i>
Afloramento Rochoso	258	0,06	2.661	0,60	0,54
Água	0 (zero)	0,00	0 (zero)	0,00	0,00
Área edificada	161.662	36,50	156.188	35,18	-1,32
Campo	102.816	23,21	30.149	6,79	-16,42
Solo exposto	8.234	1,86	4.916	1,11	-0,75
Sombra	4.952	1,12	7.528	1,70	0,58
Vegetação	165.006	37,25	242.486	54,62	17,37
Total	442.928	100,00	442.928	100,00	

Tabela 4.15 - Área ocupada pela favela Santa Marta entre 1999 e 2009.

Área Ocupada		
Ano	Área (m ²)	Fonte
1999	55.124	IPP
2004	54.814	IPP
2008	54.877	IPP
2009	54.788	IPP

Fonte: IPP/SABREN, 2010

4.2 Comparação entre as classes de cobertura

Após a classificação de cobertura em ambas as imagens, foi então realizada uma conversão das classificações de cobertura do solo do modelo vetorial para o modelo matricial, obtendo-se o mapa geral da Figura 4.14 que mostra para o período de dez anos analisado a variação da cobertura de área edificada nas oito favelas situadas no entorno do Parque Nacional da Tijuca.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4.17, a favela do Borel foi a que apresentou o maior acréscimo (6,9%) em área edificada, confirmando a transformação da ocupação do solo na comunidade já detectada na Tabela 4.2, por interpretação visual. No entanto, esta interpretação não se mostra consistente com as informações do IPP/SABREN (2010) que apontam uma redução de 0,7% na área ocupada da favela (Tabela 4.1).

É claro que um alto índice de transformação de outras classes em área edificada não implica necessariamente em uma ampliação da área física total da favela, mas simplesmente no aumento proporcional de área construída em detrimento de outras classes de cobertura (vegetação, campo, solo exposto, por exemplo). Isso fica mais claro pela comparação entre as variações da área física total e da área edificada, conforme dados da Tabela 4.18.

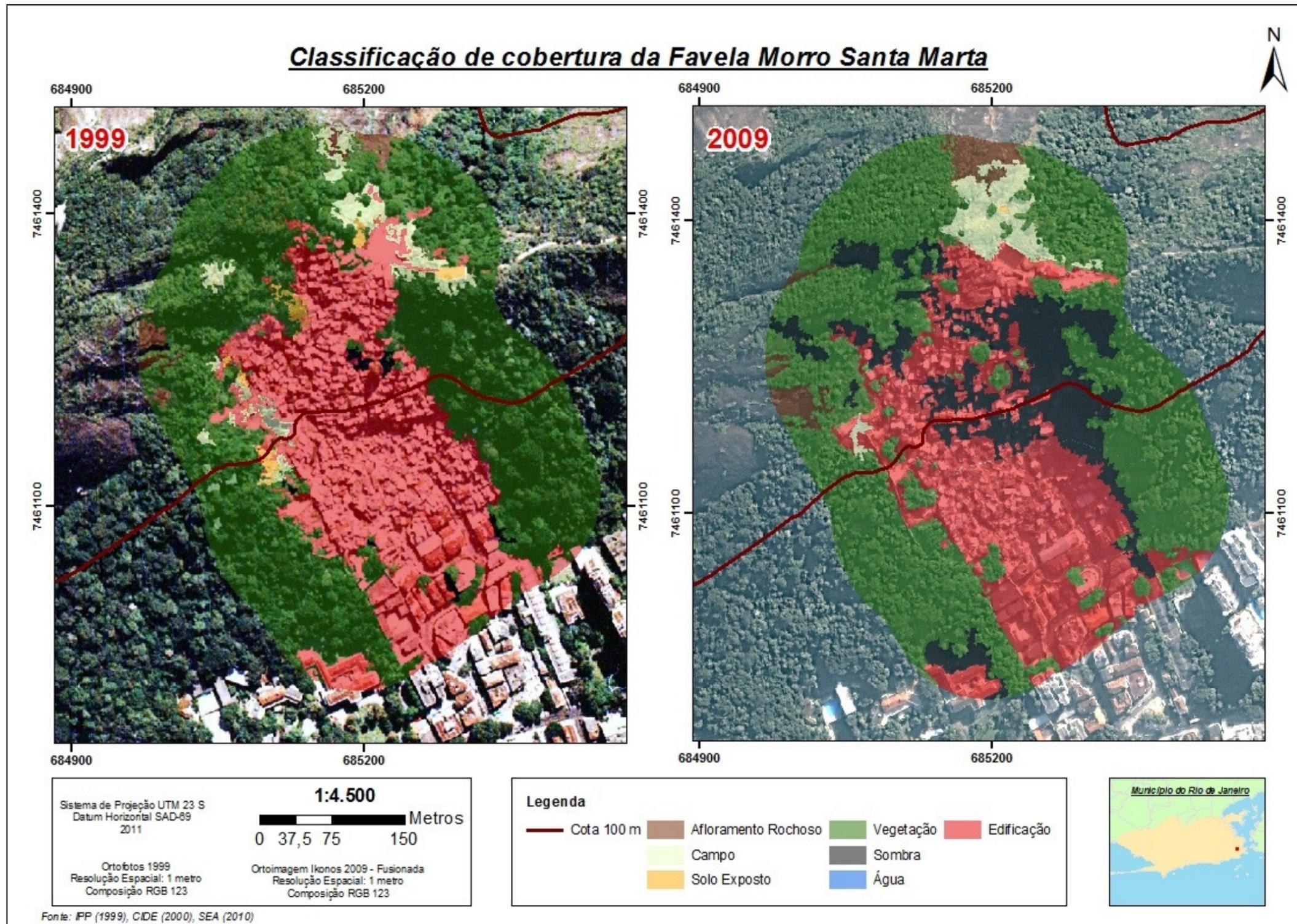


Figura 4.13 - Classificação visual no presente estudo da cobertura do solo na favela Santa Marta nos anos de 1999 e 2009.

Tabela 4.16 - Área ocupada por cada uma das classes analisadas nas imagens nos anos de 1999 e 2009 na favela Santa Marta.

<i>Classes/ano</i>	<i>1999 (m²)</i>	<i>1999 (%)</i>	<i>2009 (m²)</i>	<i>2009 (%)</i>	<i>Variação (%)</i>
Afloramento Rochoso	2.242	1,18	4.841	2,54	1,36
Água	0 (zero)	0,00	0 (zero)	0,00	0,00
Área edificada	69.468	36,42	58.805	30,83	-5,59
Campo	6.289	3,30	6.555	3,44	0,14
Solo exposto	1.920	1,01	42	0,02	-0,98
Sombra	1.321	0,69	26.371	13,83	13,13
Vegetação	109.499	57,41	94.125	49,35	-8,06
Total	190.739	100,00	190.739	100,00	

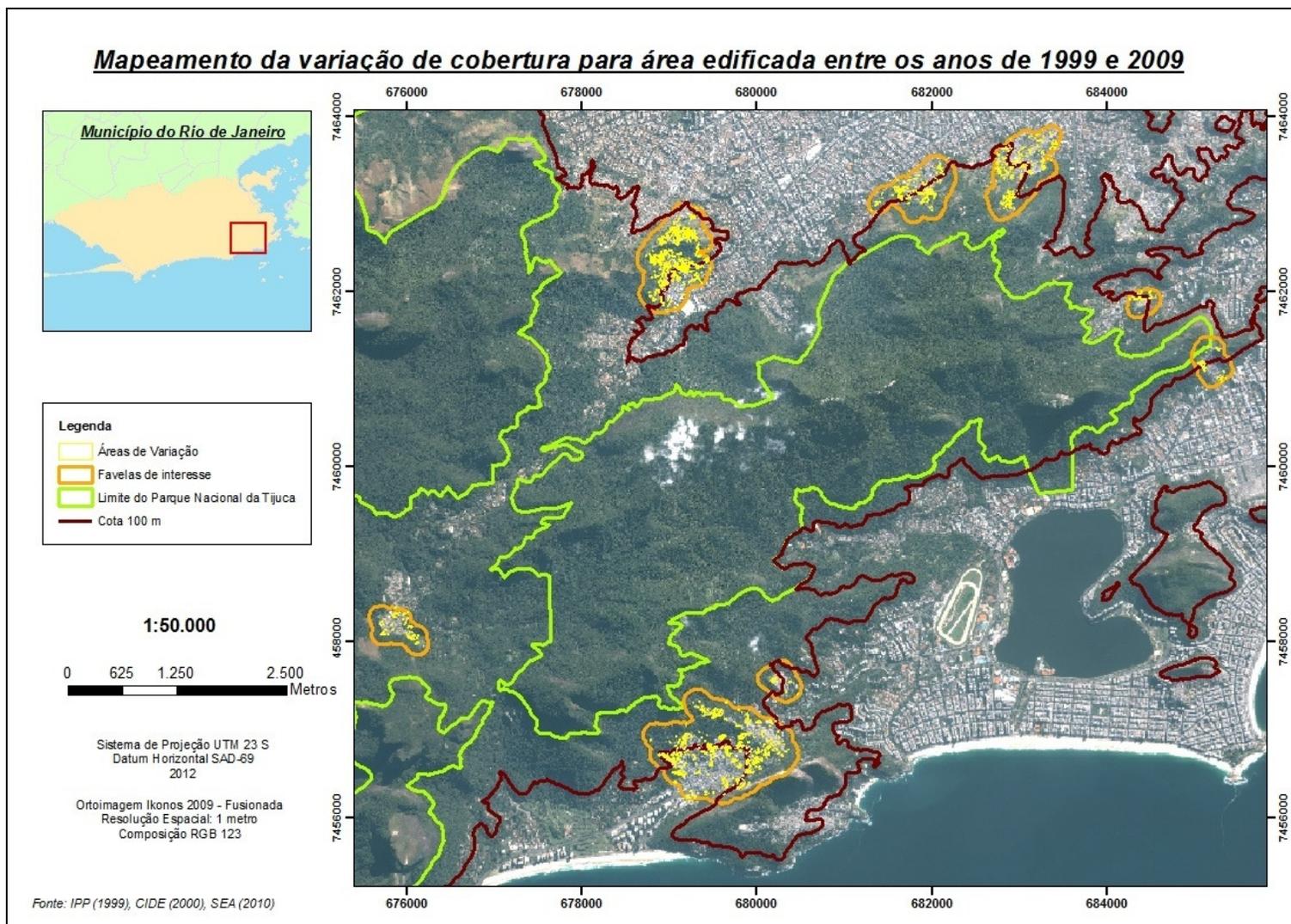


Figura 4.14 - Mapa geral da variação de cobertura em área edificada, entre os anos de 1999 e 2009, nas oito favelas analisadas.

Tabela 4.17 - Valores de áreas transformadas em áreas edificadas de 1999 a 2009 nas oito favelas analisadas.

Favela	Área total	Área transformada em área edificada de 1999 a 2009 (m ²)	Área transformada em área edificada de 1999 a 2009 (%)
Borel	739.018	50.995	6,9
Cerro-corá	95.083	2.396	2,5
Complexo do Turano	557.935	14.631	2,6
Mata Machado	247.514	7.883	3,2
Parque da Cidade	161.235	1.440	0,9
Rocinha	1.457.638	52.655	3,6
Salgueiro	442.928	13.562	3,1
Santa Marta	190.759	3.039	1,6
TOTAL	3.892.110	146.601	3,8

Tabela 4.18 – Variação de área transformada em área edificada (coluna da esquerda) e variação da área física total da favela (coluna da direita) no período 1999 a 2009.

Favela	Área transformada em área edificada (%)	Favela	Área física ¹ (%)
Borel	6,9	Salgueiro	3,2
Rocinha	3,6	Mata Machado	3,0
Mata Machado	3,2	Rocinha	1,9
Salgueiro	3,1	Cerro-corá	0,0
Complexo do Turano	2,6	Complexo do Turano	0,0
Cerro-corá	2,5	Parque da Cidade	0,0
Santa Marta	1,6	Santa Marta	-0,6
Parque da Cidade	0,9	Borel	-0,7

¹ IPP/SABREN, 2010.

Os mapas do apêndice (Figuras A - H) mostram as variações de cobertura para área edificada em cada uma das oito favelas estudadas, com indicação da cota 100m de altitude e das encostas com declividade maior do que 45°. No caso da favela Mata Machado (Figura D) a cota 100m não aparece porque a comunidade se encontra acima desta altitude.

4.3

Áreas acima da cota 100m e áreas com declividade superior a 45°

Após o procedimento de conversão das classes de cobertura do solo do modelo vetorial para o modelo matricial foi possível obter a indicação das áreas das favelas que se encontravam acima da cota altimétrica 100m (Figura 4.15) bem como das encostas cujas declividades fossem superiores a 45° (Figura 4.16).

Com o cruzamento destas informações com os levantamentos anteriores sobre a variação das classes de cobertura nas oito favelas no período 1999 a 2009, foi possível então determinar as áreas situadas acima da cota 100m, as áreas acima da cota 100m transformadas em áreas edificadas (Tabela 4.19) bem como as áreas com declividade superior a 45° e as áreas com declividade superior a 45° transformadas em áreas edificadas (Tabela 4.20).

Em todas as favelas analisadas, grande parte de suas áreas totais estão localizadas acima da 100m, variando de 43,7% na favela Parque da Cidade a 100% na favela Mata Machado.

O risco maior para esta população ocorre, entretanto, nas áreas com declividade de encosta superior a 45°, conforme pode ser observado em mapas da Fundação Instituto de Geotécnica (Geo-Rio) da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro com indicações de graus de suscetibilidade a escorregamentos de terra nos morros do município. A favela Mata Machado, por exemplo, ainda que integralmente acima da cota 100m (Tabela 4.19), apresenta grau médio de suscetibilidade em toda sua extensão (Figura 4.17) contando com apenas 1,5% de sua área com declividade acima de 45° (Tabela 4.20). Mello (2011) não constatou nenhum deslizamento na área após as intensas chuvas de abril de 2010 (Tabela 4.21).

Já quando analisamos os dados da favela Parque da Cidade constata-se o oposto. Apesar de ter, proporcionalmente, a menor área acima da cota 100 m (Tabela 4.19), é classificada pela Geo-Rio como de alta suscetibilidade a escorregamentos (Figura 4.18), apresentando 4,4% de sua área com declividade acima de 45° (Tabela 4.20). Ainda assim, nas chuvas de 2010 também não foram observados deslizamentos de terra nesta favela (Tabela 4.21).

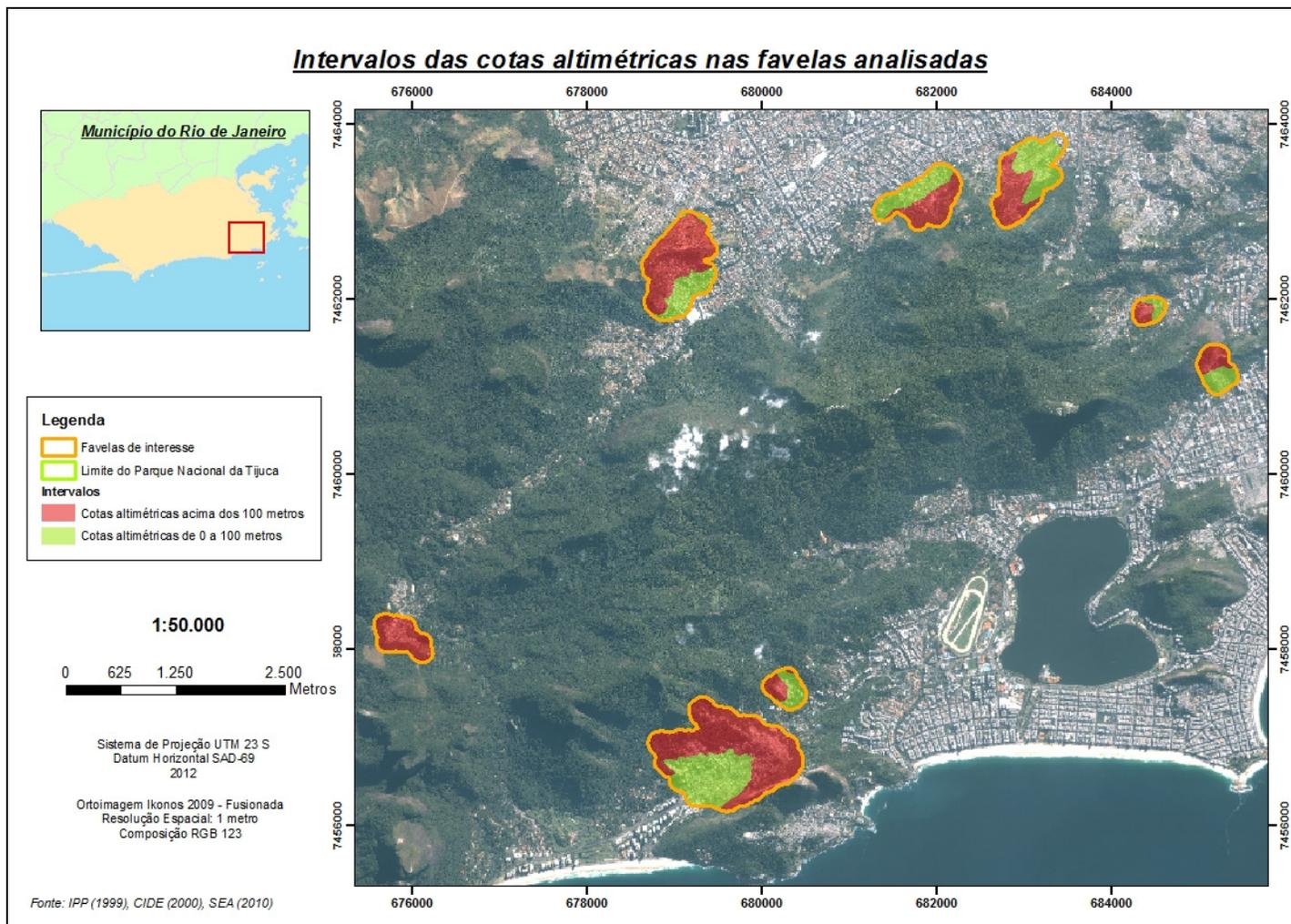


Figura 4.15 - Mapa indicativo das cotas altimétricas (0 -100m e acima de 100m) nas oito favelas analisadas no presente trabalho.

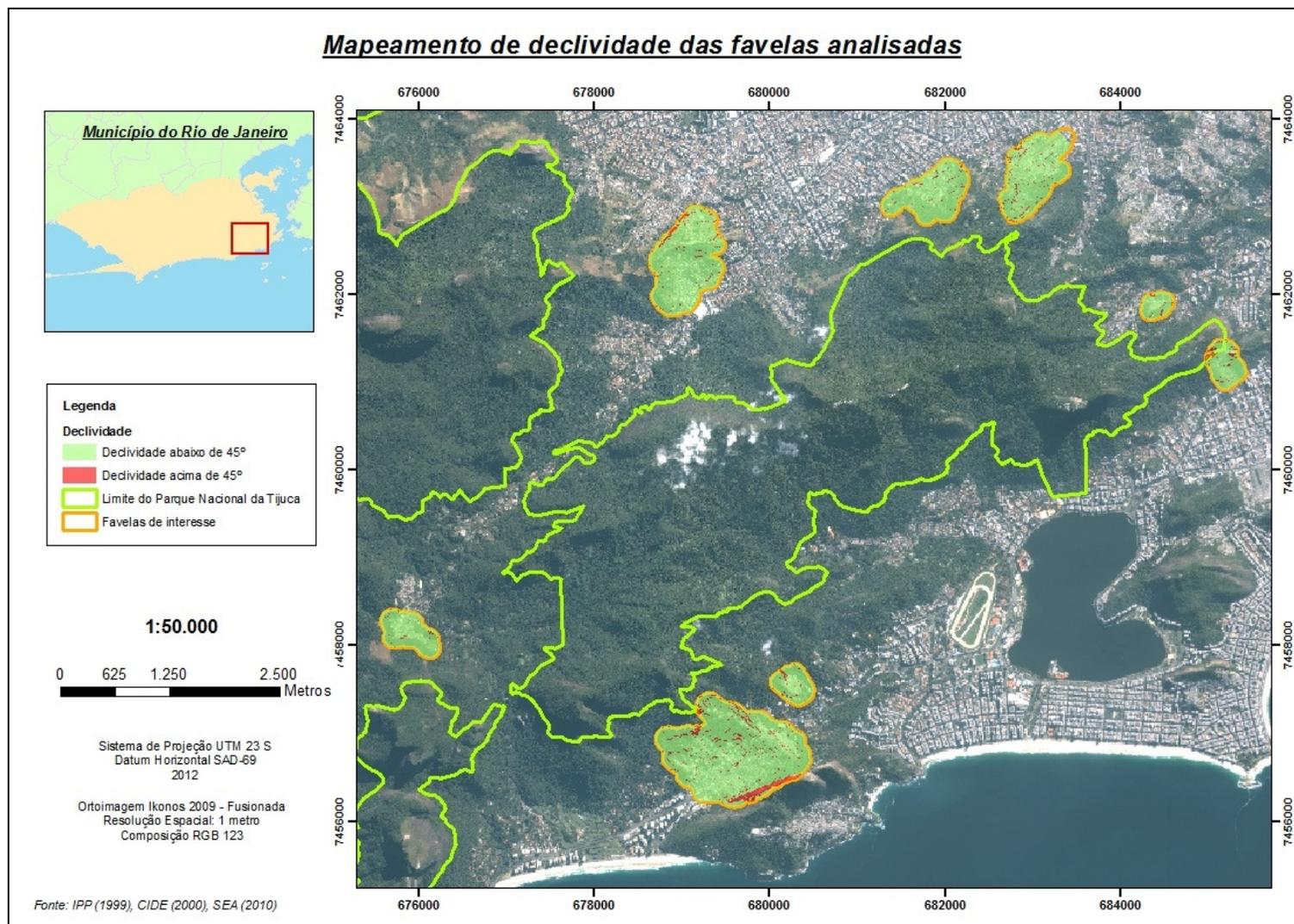


Figura 4.16 - Mapa indicativo das declividades das encostas (abaixo e acima 45°) nas oito favelas analisadas neste trabalho.

Tabela 4.19 - Áreas situadas acima da cota 100m nas oito favelas analisadas e respectivos percentuais de transformação da cobertura.

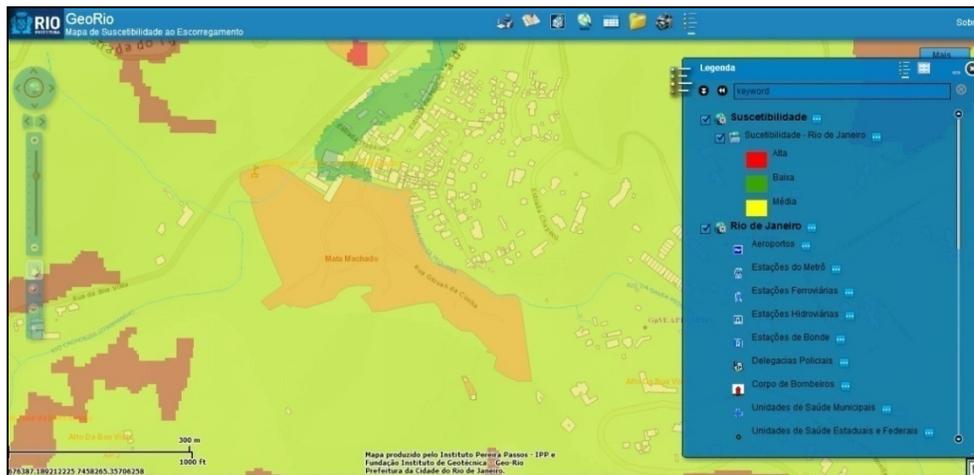
Favela	Área total analisada ¹ (m ²)	Áreas acima da cota 100m (m ²)	Percentual de áreas acima da cota 100m	Áreas transformadas em áreas edificadas acima da cota 100m, de 1999 a 2009 (m ²)	Percentual de áreas transformadas em áreas edificadas acima da cota 100m
Borel	739.018	537.892	72,8	41.601	7,7
Cerro-Corá	95.083	54.336	57,1	1.417	2,6
Complexo do Turano	557.935	261.976	47,0	8.512	3,2
Mata Machado	247.514	247.508	100,0	7.841	3,2
Parque da Cidade	161.235	70.772	43,9	1.029	1,5
Rocinha	1.457.638	981.756	67,4	30.393	3,1
Salgueiro	442.928	226.420	51,1	5.391	2,4
Santa Marta	190.759	99.844	52,3	1.504	1,5
TOTAL	3.892.110	2.480.516	63,7	97.689	4,0

¹ Incluindo os 100m da distância de influência contados a partir dos limites da favela.

Tabela 4.20 - Áreas situadas em encostas com declividade superior a 45° nas oito favelas analisadas e respectivos percentuais de transformação da cobertura.

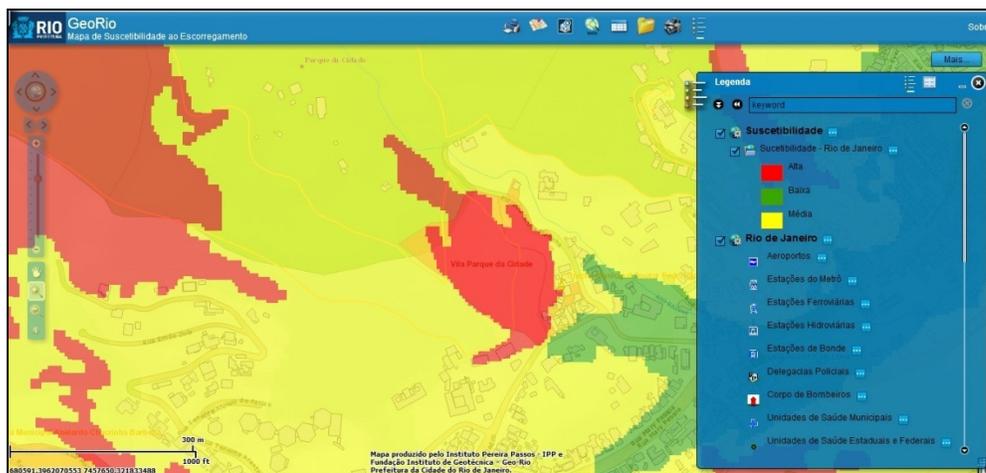
Favela	Área total analisada ¹ (m ²)	Áreas com declividade superior a 45° (m ²)	Percentual de áreas com declividade superior a 45°	Áreas transformadas em áreas edificadas com declividade superior a 45°, de 1999 a 2009 (m ²)	Percentual de áreas transformadas em áreas edificadas com declividade superior a 45°
Borel	739.018	26.704	3,6	172	0,6
Cerro-Corá	95.083	4.852	5,1	0	0
Complexo do Turano	557.935	26.236	4,7	811	3,1
Mata Machado	247.514	3.708	1,5	37	1,0
Parque da Cidade	161.235	7.024	4,4	381	5,4
Rocinha	1.457.638	120.668	8,3	2.559	2,1
Salgueiro	442.928	12.228	2,8	144	1,2
Santa Marta	190.759	18.828	9,9	11	0,1
TOTAL	3.892.110	220.248	5,7	4.114	2,0

¹ Incluindo os 100m da distância de influência contados a partir dos limites da favela.



Fonte: Geo-Rio

Figura 4.17 - Mapa de susceptibilidade a escorregamentos, destacando a favela Mata Machado completamente inserida em área de média susceptibilidade a escorregamentos.



Fonte: Geo-Rio

Figura 4.18 - Mapa de susceptibilidade a escorregamentos, destacando a favela Parque da Cidade quase totalmente inserida em área de alta susceptibilidade a escorregamentos.

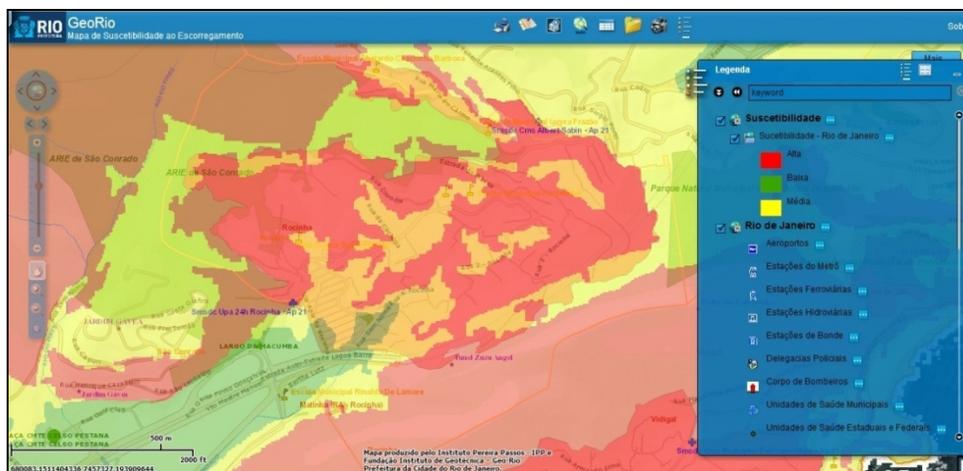
A favela da Rocinha apresenta uma grande porcentagem de sua área situada em encostas com grau de declividade superior a 45° (4.20) ou acima da cota 100m (Tabela 4.19), apresentando diferentes graus de suscetibilidade a escorregamentos (Figura 4.19). Comparando-se o mapa de risco a escorregamentos da Geo-Rio com o mapa de cobertura da favela da Rocinha de

2009 (Figura 4.20) pode-se tentar associar o grau de suscetibilidade com as classes de cobertura do solo.

Fernandes e Coelho Netto (1999) afirmam que a principal causa da devastação florestal é o avanço da ocupação humana sobre as encostas, especialmente em áreas íngremes. Na Figura 4.20 encontram-se demarcadas duas áreas (1 e 2), situadas acima da cota 100m e ambas com declividade inferior a 45°. No entanto, a área 1 é considerada de baixa suscetibilidade a escorregamentos enquanto a área 2 é identificada como de alta suscetibilidade. A diferença pode ser em parte explicada pelo fato da área 1 apresentar densa cobertura vegetal enquanto a área 2 densa cobertura edificada.

Contudo, somente a presença da vegetação, não é suficiente para uma significativa redução do risco, concorrendo outros fatores como execução de cortes e aterros incompatíveis com a topografia natural, acúmulo de lixo, obstrução dos caminhos de drenagem das águas de chuva, etc. (AMARAL, 1996; COELHO NETTO, 2005; COELHO NETTO *et al.*, 2007).

As áreas onde ocorreram os deslizamentos na Rocinha em virtude das fortes chuvas de abril de 2010 (Figura 4.21) foram áreas com vegetação, situadas acima da cota 100m e com grau de declividade superior a 45° (Tabela 4.21). Mesmo após a ocorrência destes escorregamentos (Figura 4.22), a área é ainda considerada pela Geo-Rio como de baixa suscetibilidade.



Fonte: Geo-Rio

Figura 4.19 - Mapa de suscetibilidade a escorregamentos, destacando a favela da Rocinha ocupando áreas de alta, média e baixa suscetibilidade a escorregamentos.

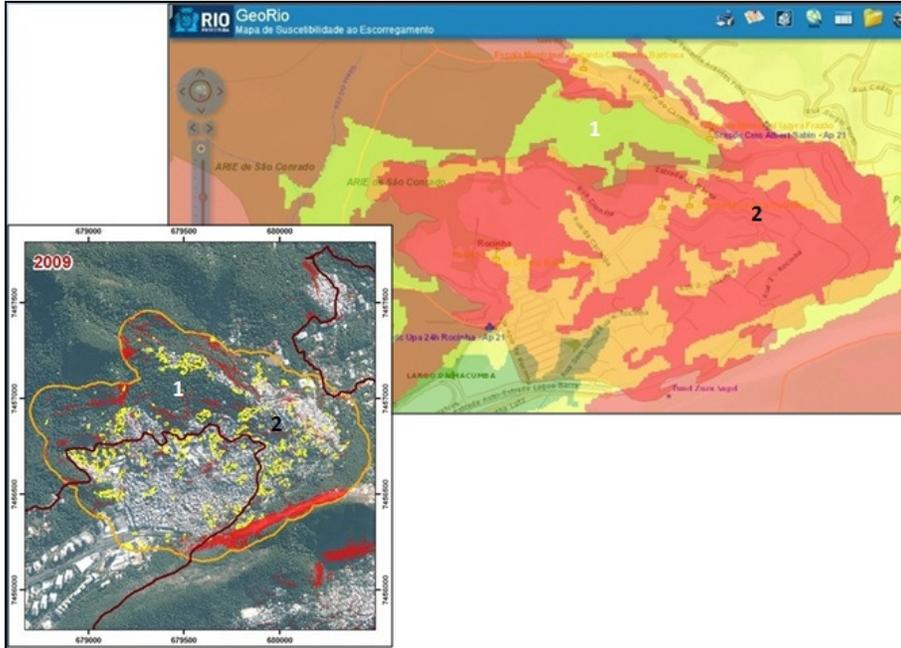


Figura 4.20 - Comparação entre o mapa de transformação para área edificada (presente trabalho) com o mapa de susceptibilidade da Fundação Geo-Rio, com destaque de áreas da favela da Rocinha classificadas como de baixa (área 1) e alta (área 2) susceptibilidade a escorregamentos.

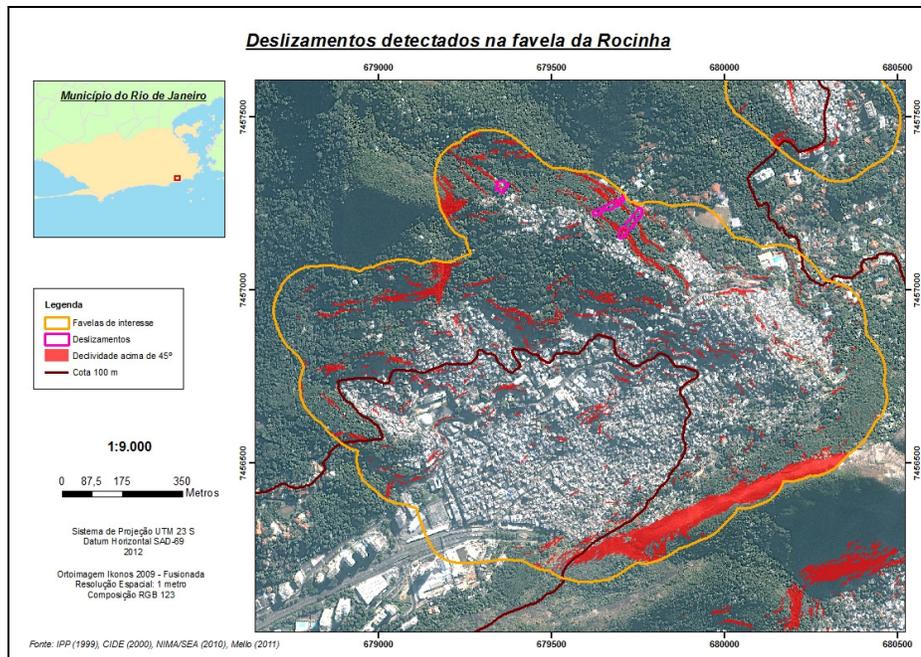


Figura 4.21 - Mapa com pontos de escorregamentos de terra na favela da Rocinha em 2010, com indicação de áreas acima da cota 100m e áreas com declividade superior a 45°.

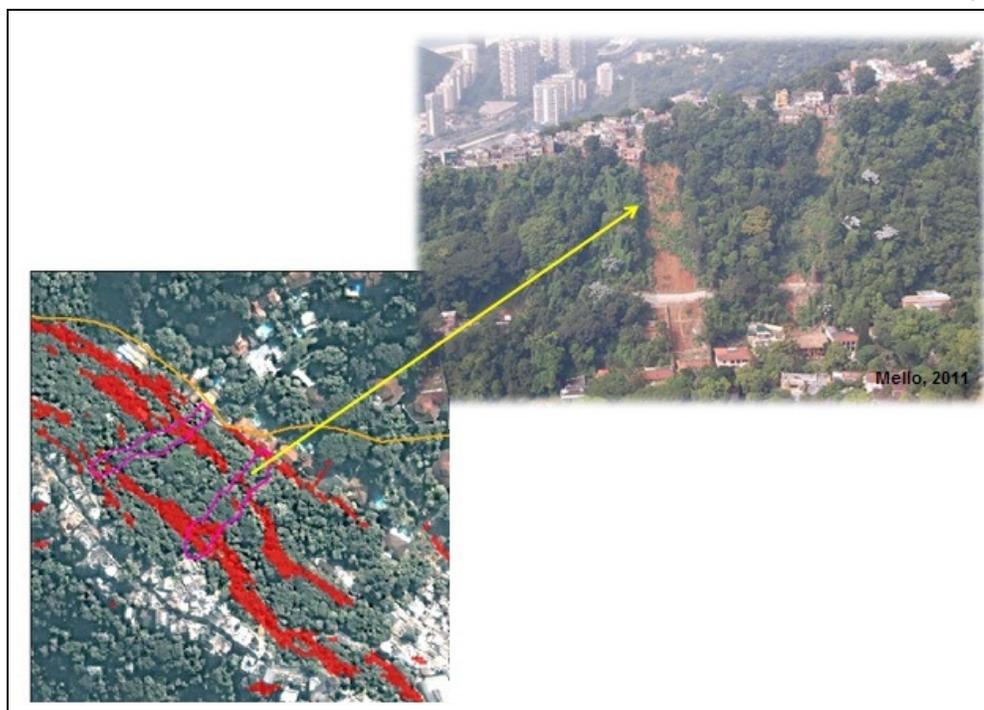


Figura 4.22 - Destaque no mapa de áreas acima da cota 100m e com declividade superior a 45° do presente trabalho e a área correspondente na favelinha da Rocinha.

Em 05 de abril de 2010 foram registradas chuvas intensas na cidade do Rio de Janeiro que causaram sérios danos no município e na região metropolitana. Das comunidades estudadas neste trabalho, em quatro delas (Borel, Rocinha, Cerro-Corá, complexo do Turano) houve deslizamentos de terra, de tamanho e forma variados, porém com uma característica comum importante, envolvendo áreas situadas acima da cota 100m com declividade superior a 45° (Tabela 4.21). As favelas Mata Machado, Parque da Cidade, Salgueiro e Santa Marta, por outro lado, não apresentaram nenhum ponto de ocorrência.

Como mencionado anteriormente, a favela do Borel foi a que apresentou a maior transformação de sua cobertura para área edificada (6,9%), conforme dados da Tabela 4.17. Esta favela apresenta 72,8% de sua área acima da cota 100m, dos quais 7,7% sofreram transformação para área edificada (Tabela 4.19), e adicionalmente possui 3,6% de áreas com declividade superior a 45° (Tabela 4.18), tendo sido transformadas cerca de 0,6% (Tabela 4.20).

Tabela 4.21 - Pontos de deslizamento em áreas acima da cota 100 m e com declividade superior a 45° devido à chuva de 05 de abril de 2010.

Favela ¹	Total de pontos ²	Área total dos deslizamentos (m ²) ²	Pontos de deslizamento em áreas acima da cota 100 m e com declividade superior a 45° ³	Área dos deslizamentos acima da cota 100 m e com declividade superior a 45° ³ (m ²)
Borel	8	3193	2	973
Cerro-Corá	1	4.362	1	4.362
Complexo do Turano	5	1.656	3	1.151
Mata Machado	0	0	0	0
Parque da Cidade	0	0	0	0
Rocinha	3	3.822	3	3.822
Salgueiro	0	0	0	0
Santa Marta	0	0	0	0
TOTAL			9	10.307

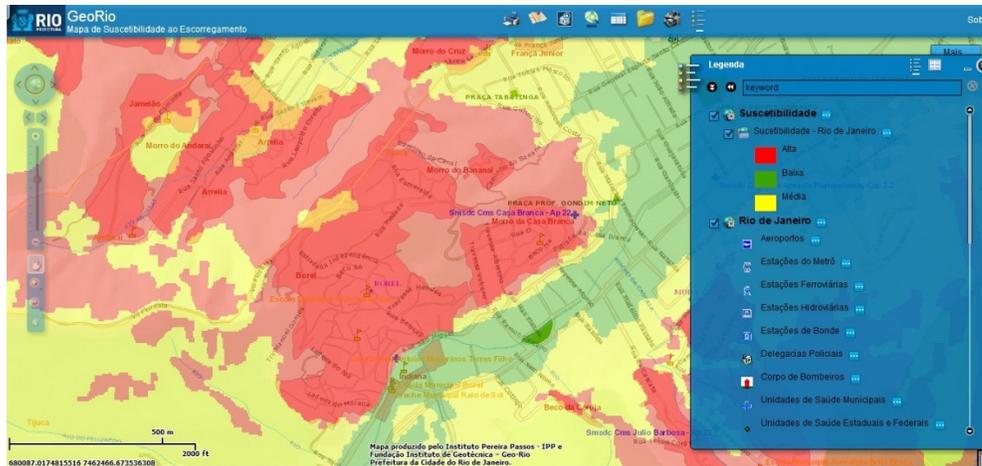
¹ incluindo os 100m da distância de influência contados a partir dos limites da favela.

² dados fornecidos por Mello (2011)

³ resultados obtidos do cruzamento dos dados de Mello (2011) e NIMA/SEA (2010).

No mapa da Fundação Geo-Rio, a favela do Borel está completamente inserida em região de alta suscetibilidade a escorregamentos (Figura 4.23).

Na favela ocorreram oito pontos de deslizamento (Figura 4.24), sendo que dois deles em locais de acentuado grau de risco, envolvendo área total de 973 m² situados acima da cota 100 m e com declividade superior a 45° (Tabela 4.21).



Fonte: Geo-Rio

Figura 4.23 - Mapa de susceptibilidade a escorregamentos, destacando a favela do Borel ocupando área de alta susceptibilidade.

Já a comunidade do Cerro-Corá apresentou um único ponto de deslizamento acontecido acima da cota 100 m e com declividade superior a 45° (Figura 4.25), porém de grande magnitude, envolvendo área de 4.362m² (Tabela 4.21). Esta favela também se encontra totalmente inserida em área de alta suscetibilidade a escorregamentos (Figura 4.26)e, dos dados do presente estudo, verifica-se que possui 57,1% de áreas acima da cota 100m (Tabela 4.17) e 5,1% de áreas com declividade superior a 45° (Tabela 4.18). Uma informação que deve ser destacada é que houve apenas 2,6% de transformação para área edificada acima da cota 100m (Tabela 4.19) e nenhuma nova edificação foi detectada nas áreas com declividade superior a 45° (Tabela 4.20). Na Figura 4.25 verifica-se que a área de deslizamento apresentava cobertura de vegetação, com a presença de uma estrada logo acima, que poderia ter contribuído para a instabilidade da encosta (corte do terreno natural, problemas de drenagem de águas de chuva).

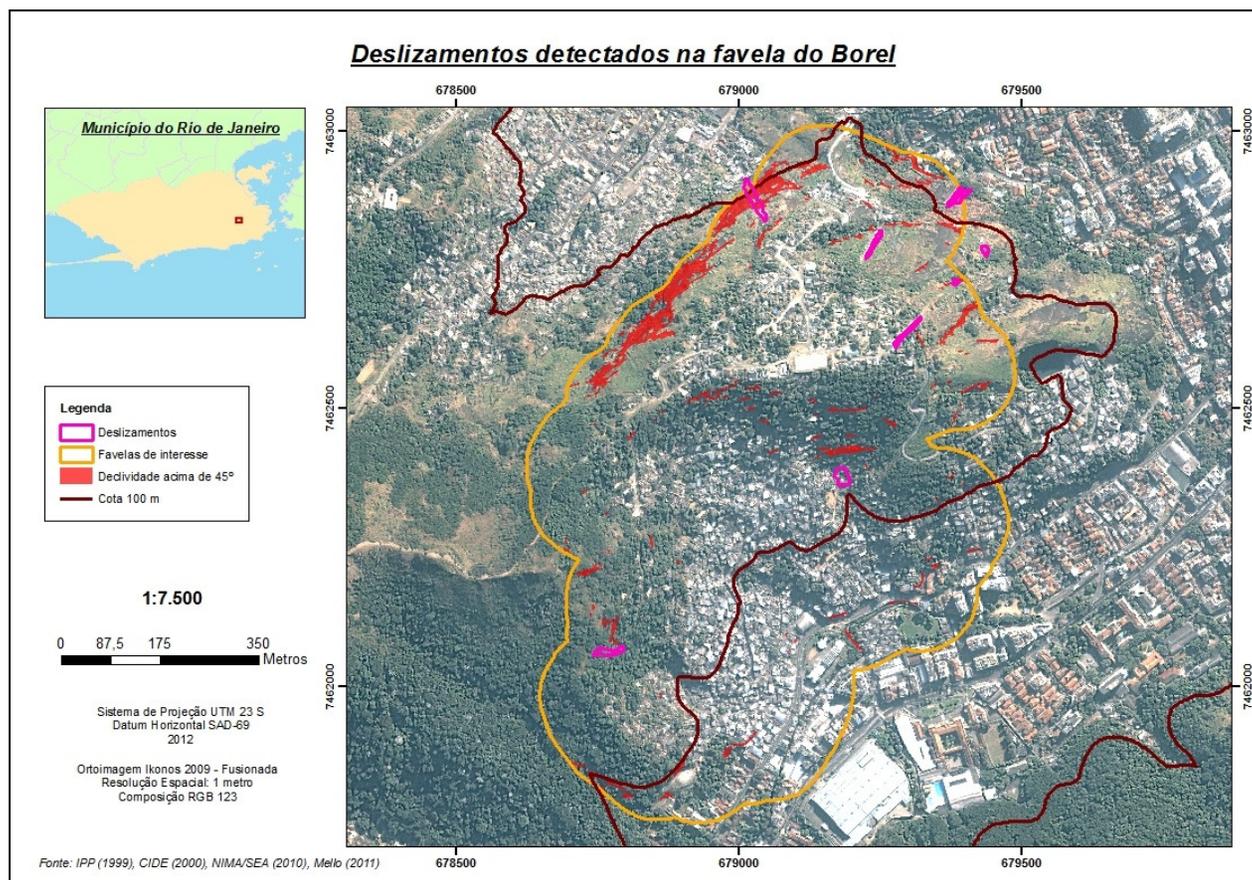


Figura 4.24 - Mapa com indicação dos pontos de deslizamento, da cota 100m e das áreas com declividade superior a 45° na favela do Borel.

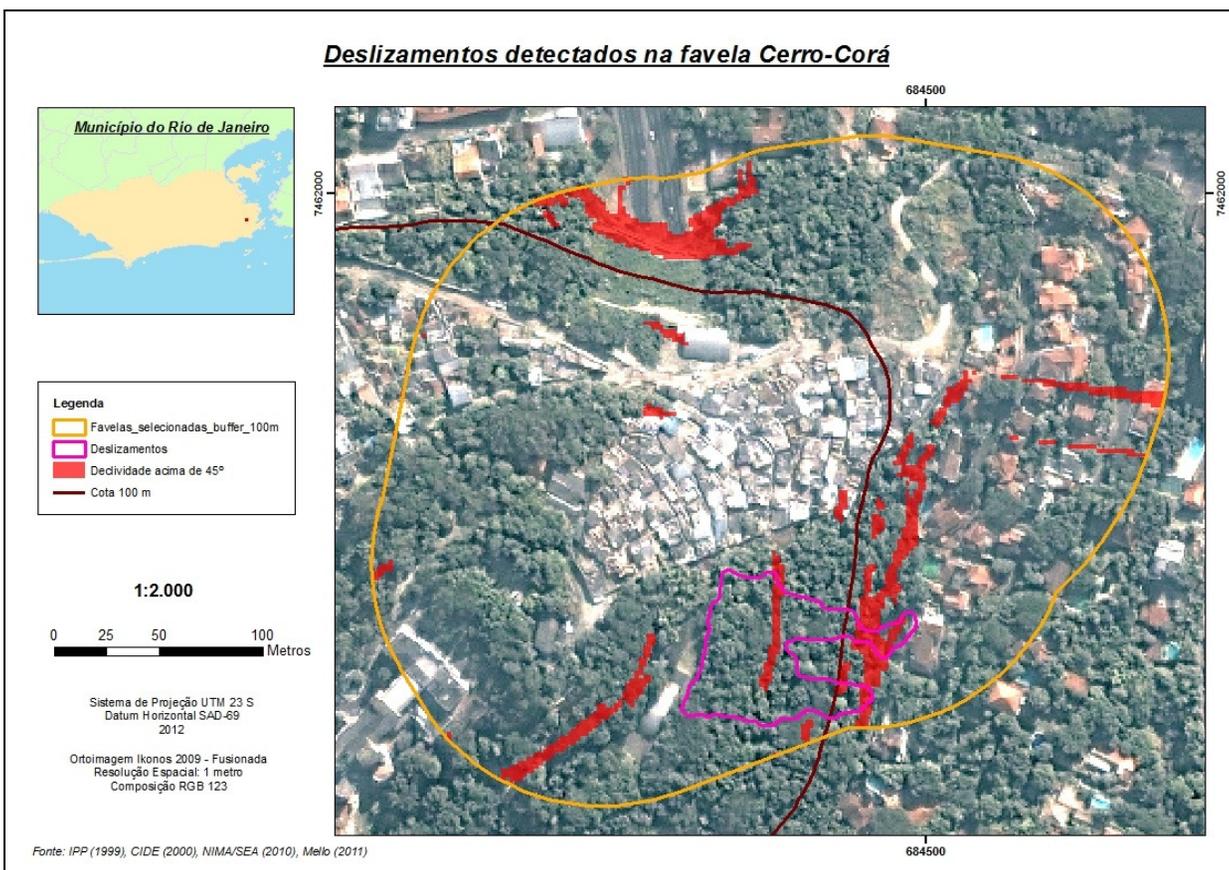
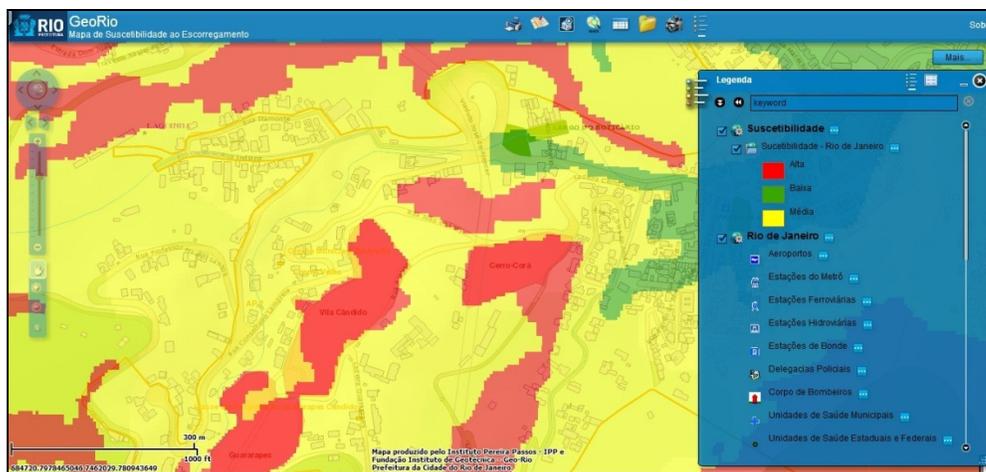


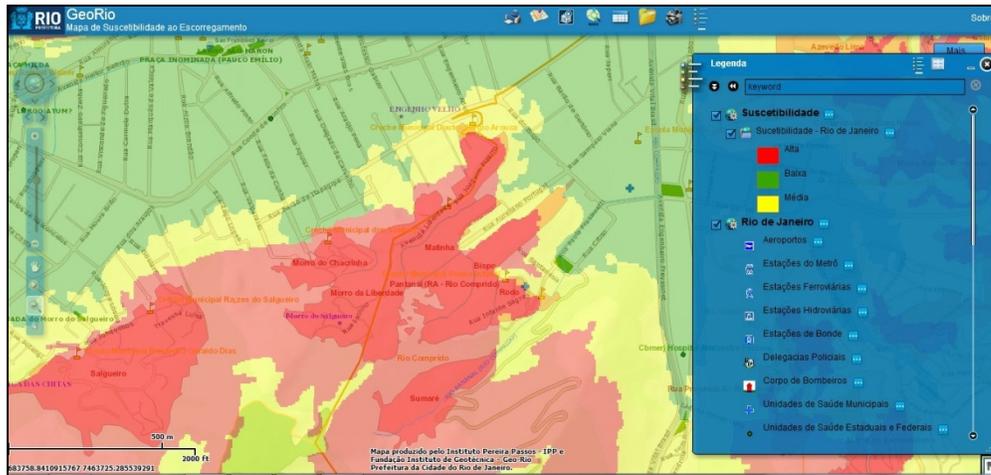
Figura 4.25 - Mapa com indicação dos pontos de deslizamento, da cota 100m e das áreas com declividade superior a 45° na favela do Cerro-Corá.



Fonte: Geo-Rio

Figura 4.26 - Mapa de susceptibilidade a escorregamentos, destacando a favela do Cerro-Corá ocupando área de alta susceptibilidade.

Conforme mapas de classificação de suscetibilidade das encostas cariocas a escorregamentos, preparados pela Fundação Geo-Rio, o Complexo do Turano também se encontra quase totalmente inserido em área de alta suscetibilidade. Somente as áreas mais planas, próximas a área urbana formal da cidade, são consideradas como de média suscetibilidade (Figura 4.27). Foram constatados cinco pontos de deslizamento no complexo do Turano por ocasião das chuvas de 2010, sendo que três deles nas condições descritas na Tabela 4.21 (acima da cota 100m e declividade superior a 45°), demarcados em azul claro na Figura 4.28.



Fonte: Geo-Rio

Figura 4.27 - Mapa de susceptibilidade a escorregamentos, destacando o Complexo do Turano ocupando área de alta susceptibilidade.

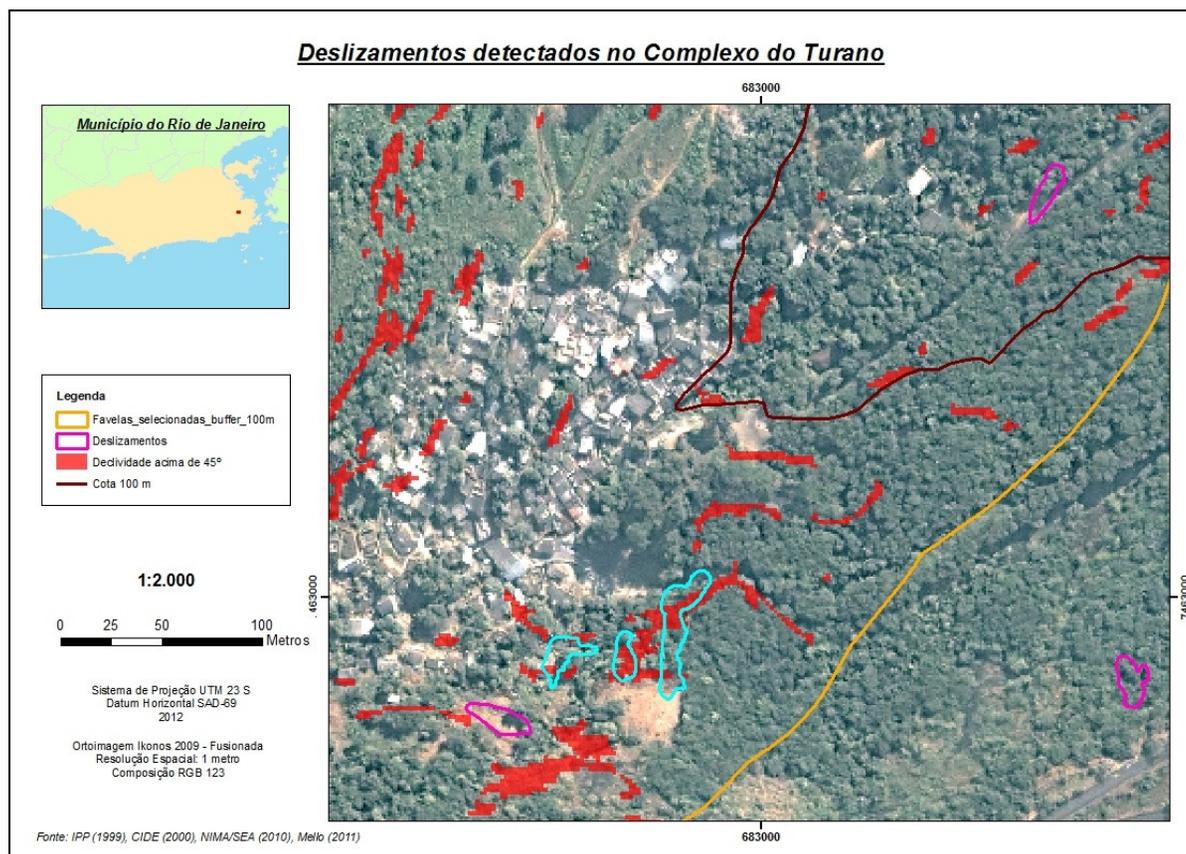
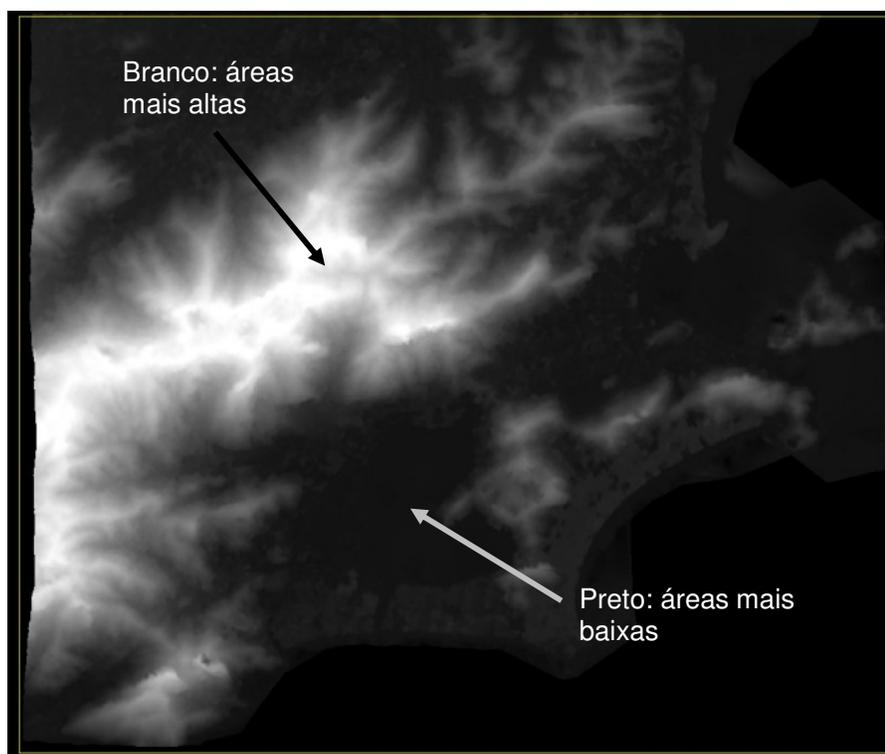


Figura 4.28 - Mapa com indicação de pontos de deslizamento, das áreas acima da cota 100m e das áreas com declividade superior a 45° no Complexo do Turano.

4.4 Verticalização das favelas

Em relação à verticalização das favelas, dados fornecidos pelo Programa Integrado de Monitoria Remota de Fragmentos Florestais e Crescimento Urbano no Rio de Janeiro (PIMAR) mostram também que ocorreram adensamentos populacionais devido ao crescimento vertical das edificações nas comunidades estudadas (Tabela 4.22). A variação de altura foi medida através de comparação entre dois Modelos Digitais de Superfícies (MDS)³ obtidos a partir de duas imagens de satélite IKONOS adquiridas em março de 2008 e junho de 2009. Um MDS pode ser visualizado como uma imagem em tons de cinza, na qual os tons mais claros correspondem aos pontos de maior altitude e vice-versa, ou seja, quanto mais escuros os tons de cinza, menores as altitudes dos pontos sobre a superfície de interesse (Figura 4.29) (NIMA/SEA, 2010).



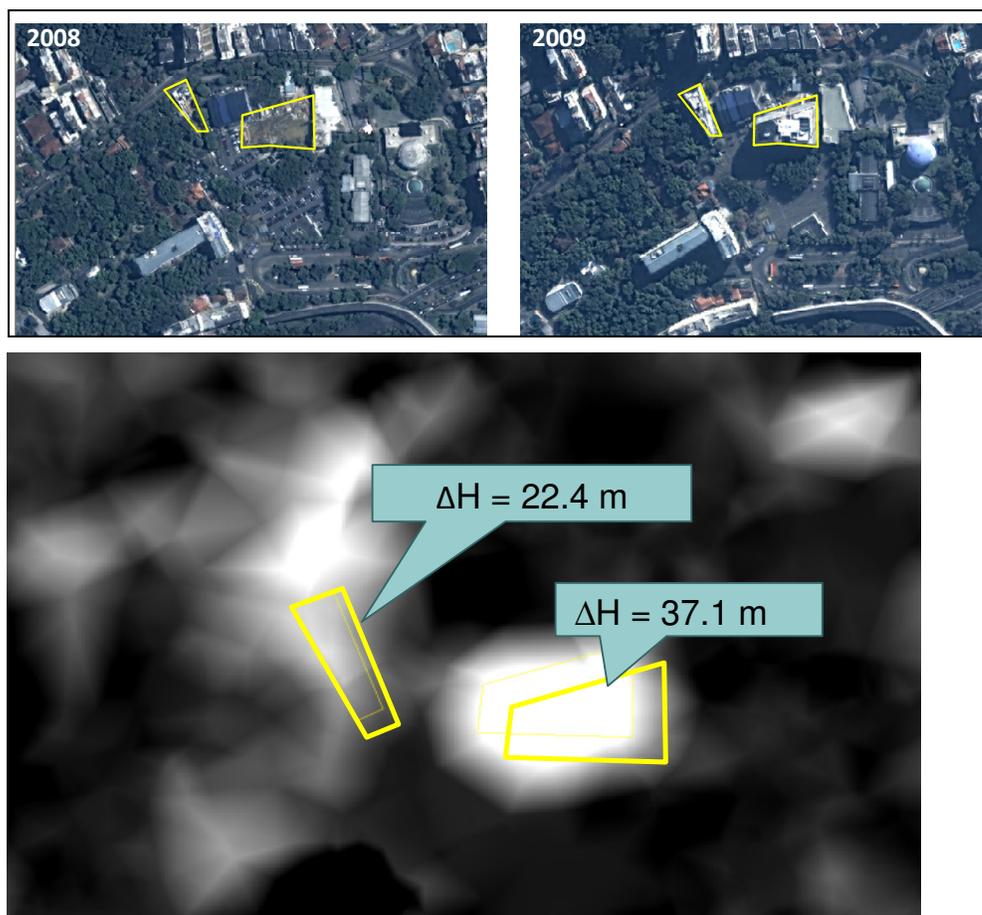
Fonte: NIMA/SEA, 2010

Figura 4.29 - Imagem de um Modelo Digital de Superfície (MDS) em tons de cinza.

³ Modelo Digital de Superfície (MDS) - modelo tridimensional de superfícies detectadas por satélite, incluindo o relevo, a vegetação e as edificações.

Uma vez computada as diferenças entre ambos os modelos digitais de superfície das áreas de interesse no entorno do Maciço da Tijuca, passou-se em seguida a uma análise visual mais detalhada das mesmas. Na etapa inicial deste estudo, para melhor entender as aplicações com modelos digitais de superfície foram utilizadas imagens de março de 2008 e junho de 2009 do próprio campus da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), localizado no bairro da Gávea (Figura 4.30).

O resultado da investigação executada pelo projeto PIMAR nas comunidades do entorno do Parque Nacional da Tijuca permitiu então a indicação de áreas, listadas na Tabela 4.22, onde poderia ter havido a verticalização da favela entre os anos de 1999 a 2009.



Fonte: NIMA/SEA, 2010

Figura 4.30 - Imagens do campus da PUC-Rio mostrando a inexistência de prédios nas áreas demarcadas em amarelo, em 2008, e a construção de novos prédios, em 2009. As diferenças de altura ΔH no modelo digital de superfície são calculadas automaticamente.

Há a necessidade de comprovação “*in loco*” das variações de áreas verticais apontadas no projeto PIMAR (NIMA/SEA, 2010), tarefa esta que deve ser executada pelo Poder Público. Com relação à legislação vigente, Schlee (2011) afirma que, apesar dos avanços obtidos, os critérios, dispositivos e parâmetros para regulação da ocupação e proteção das encostas não são ainda suficientes ou deveriam ser aplicados de forma mais racional e articulada. Questiona também a tolerância em relação à ilegalidade e as anistias periódicas dos infratores que, somadas ao caráter discricionário dos órgãos de licenciamento comprometem todos esforços de regulação e controle, expondo o conflito de interesses entre a necessidade de proteção das encostas e a frequente disposição política do poder público em viabilizar sua ocupação.

Tabela 4.22 - Áreas com variação vertical da altura de edificações nas favelas oito favelas estudadas, mais as favelas Tijuquinha e Vidigal.

Favela	Área total analisada ¹ (m ²)	Locais detectados ²	Varição do acréscimo vertical de área (m) ²
Borel	738.995	8	28,1
Cerro-Corá	95.083	3	23,3
Complexo do Turano	557.924	5	20,7
Mata Machado	247.508	0	0,0
Morro Santa Marta	190.759	5	20,2
Parque da Cidade	161.387	0	0,0
Rocinha	1.457.615	7	40,1
Salgueiro	442.990	2	11,6
Tijuquinha	263.077	0	0,0
Vidigal	631.110	12	65,8
TOTAL	4.786.448	42	210

¹Área da favela (IPP, 1999) mais área adicional com 100m de largura ao redor dos seus limites.

² Dados do Programa Integrado de Monitoria Remota de Fragmentos Florestais e Crescimento Urbano no Rio de Janeiro (PIMAR).

5 Conclusões

Durante muito tempo populações excluídas da sociedade formal foram forçadas a buscar moradia em locais inadequados, principalmente em áreas desvalorizadas, num fenômeno mundial que também se reproduziu no Brasil. De um modo geral essas populações se dirigiram para as periferias das cidades brasileiras, mas no caso específico da geografia da cidade do Rio de Janeiro estas se concentraram principalmente nos morros cariocas. Algumas dessas comunidades cresceram no entorno do Parque Nacional da Tijuca, com impacto ao patrimônio ambiental da cidade, como as 8 favelas analisadas neste estudo: Borel, Cerro Corá, Complexo do Turano, Mata Machado, Vila Parque da Cidade, Rocinha, Salgueiro e Santa Marta.

O objetivo principal desta dissertação foi o estudo da variação de áreas e das classes de cobertura nestas oito favelas entre os anos de 1999 e 2009, através de métodos de interpretação visual de imagens associados à conversão de mapas no formato vetorial para o formato matricial, a fim de possibilitar a comparação entre variações de classes de cobertura (área edificada, vegetação, campo, solo exposto, sombra).

A análise dos resultados foi de fundamental importância para se verificar as tendências de expansão das novas áreas edificadas e se a mesma estaria ocorrendo em locais não permitidos pela legislação ou classificados de alta suscetibilidade a escorregamentos de terra.

Dentre os fatores que contribuem para majorar os níveis de suscetibilidade podem ser citados a localização da área acima da cota 100m, o decréscimo da cobertura vegetal pela construção de novas edificações, entre outros, mas o mais importante é sem dúvida a declividade da encosta, visto que muitas das áreas ocupadas irregularmente nestas favelas estão situadas em terrenos com declividade superior a 45°.

Porém foi também possível observar os bons resultados da política de reflorestamento, constatadas nas variações positivas de área de cobertura vegetal em várias das favelas analisadas, através do programa Mutirão Reflorestamento da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, iniciado em 1987.

Assim que destacando esta excelente iniciativa do poder público, infelizmente este se mostra despreparado ou ausente na fiscalização da ocupação irregular de áreas não edificáveis, na atualização das leis vigentes para coibir o início ou expansão das favelas numa cidade cuja paisagem é considerada patrimônio cultural da humanidade, bem como a ausência de políticas públicas concretas e eficazes para atender as demandas habitacionais das classes populares.

Deste trabalho fica claro também a necessidade de investimentos em novas metodologias de monitoramento, que inclusive contemplem o acompanhamento da verticalização das favelas, permitindo, desde que haja vontade política, uma fiscalização em tempo real e a tomada de medidas imediatas visando o reordenamento urbano não somente de favelas, mas de todo o município do Rio de Janeiro.

Referências bibliográficas

ALMEIDA-FILHO, N.; COUTINHO, D. Causalidade, Contingência, Complexidade: o Futuro do Conceito de Risco. **PHYSIS: Revista de Saúde Coletiva**. v. 17, n. 1, p. 95-137. 2007.

AMARAL, Claudio Palmeiro do. Escorregamentos no Rio de Janeiro: **Inventário, condicionantes geológicas e redução de risco**. Tese (doutorado), Rio de Janeiro: PUC-RIO, 1996. 269p.

ANDREATTA, V. **Cidades quadradas, paraísos circulares: os planos urbanísticos do Rio de Janeiro no século XIX**. Rio de Janeiro: Mauad, 2006. 212p.

ARAUJO LS, SPAROVEK G, SANTOS JR AND RODRIGUES RR. High-resolution image to map bamboo-dominated gaps in the Atlantic Rain Forest, Brazil. **International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science**, 37(B4): 1287-1292. 2008.

BALTRUSIS, N. Favelas, a comercialização de imóveis informais e irregulares para baixa renda. **Cadernos IPPUR**, Rio de Janeiro, Ano XXII, Nº 1, p.145-169. 2008.

BURROUGH P.A. & Frank A.U. (Eds.) (1996) **Geographic Objects with Indeterminate Boundaries**. Taylor & Francis, London.

COELHO NETTO, A. L. A Interface Florestal-Urbana e os Desastres Naturais Relacionados à Água no Maciço da Tijuca: desafios ao planejamento urbano numa perspectiva sócio-ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, 16 (2005) 46-60.

COELHO NETTO, A. L.; AVELAR, A.; FERNANDES, M.; LACERDA, W. Landslide susceptibility in a mountainous geoecosystem, Tijuca Massif, Rio de Janeiro: The role of morphometric subdivision of the terrain. **Geomorphology** 87 (2007) 120-131.

DAGNINO, R. S.; CARPI JUNIOR, S. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem**. v. 2, n. 2, p. 50-87. 2007.

EGLER, C. A. G. Risco ambiental como critério de gestão do território: uma aplicação à zona costeira brasileira. **Revista Território**. v.1, n.1, p. 31-41. 1996.

FARAH, F. **Habitação e Encostas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. 312 p.

FERNANDES, M.C. e Coelho Netto, A L. (1999) Análise dos principais vetores de transformação do Maciço da Tijuca (RJ) e suas influências na Dinâmica do Uso e Cobertura do Solo; **Revista de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ**; vol 3. p. 147-160.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficinas de Textos. 2002. 102 p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE GEOTÉCNICA (Geo-Rio). **Mapas de susceptibilidade a escorregamentos**. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/mapa_risco/>. Acesso em: 05 de abril de 2012.

GARCIA, A. S. **Desigualdades raciais e segregação urbana em antigas capitais: Salvador, Cidade d'Oxum e Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2006. 403p. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional (IPPUR), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

GROSTEIN, M. D. MetrÓpole e expansão urbana a persistência de processos "insustentáveis". **São Paulo em perspectiva**. v. 15, n. 1, 2001.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS (IPP). **Área territorial e dimensões dos principais elementos da paisagem natural – Município do Rio de Janeiro (Tabela nº 810)**, 2009. Disponível em: <www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>. Acesso em: 15 de maio de 2012.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS (IPP). **Evolução das áreas reflorestadas pelo Programa Mutirão Reflorestamento – Município do Rio de Janeiro (Tabela nº 3127)**, 2010. Disponível em: <www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>. Acesso em: 15 de maio de 2012.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS (IPP)/SISTEMA DE ASSENTAMENTOS DE BAIXA RENDA (SABREN). **Informações básicas sobre as favelas. 2010**. Disponível em: <<http://portalgeo.rio.rj.gov.br/sabren/index.html>>. Acesso em: 05 de abril de 2012.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE(IPCC). **Impacts, Adaptation and Vulnerability- Contribution of Working Group 2 to the IPCC Third Assessment Report**. Cambridge Univ. Press. 2001. Disponível em: < http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2012.

JORGE, L. A. B; SARTORI, M. S. **Uso do solo e análise temporal da ocorrência de vegetação natural na fazenda experimental Edgardia em Botucatu-SP**. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 585-592. 2001.

MARENGO, J. A.; VALVERDE, M. C. Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. **Revista Multiciência**. 5 ed. 2007.

MELLO, J. F. F. **Interpretação e Análise em Ambiente de SIG dos Movimentos de Massa Ocorridos no Maciço da Tijuca (2010), Rio de Janeiro, Utilizando Imagens da Satélite de Alta Resolução: uma abordagem geográfica**. Rio de Janeiro, 2011. 127 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

NÚCLEO INTERDISCIPLINAR DE MEIO AMBIENTE DA PUC-RIO (NIMA) /SECRETARIA DE ESTADO DE AMBIENTE (SEA). **Relatório Trimestral (julho/agosto/setembro) do Programa Integrado de Monitoria Remota de Fragmentos Florestais e de Crescimento Urbano No Rio De Janeiro (PIMAR)**. Rio de Janeiro: NIMA/PUC-Rio/SEA, 2010. 100 p. Relatório técnico.

REGO, L. F. G. **O uso de sistemas de informações geográficas para o estudo do espaço geográfico**. IN: RUA J. et al. (org.). Paisagem, Espaço e Sustentabilidades: Uma perspectiva multidimensional da Geografia. Rio de Janeiro. Editora PUC-Rio. 2007

REGO, L. F. G.; REGO, A. O. **Programa Integrado de Monitoria Remota de Fragmentos Florestais e de Crescimento Urbano No Rio De Janeiro**. NÚCLEO INTERDISCIPLINAR DE MEIO AMBIENTE DA PUC-RIO (NIMA)/SECRETARIA DE ESTADO DE AMBIENTE (SEA), 2008. Projeto concluído.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto n°. 322, de 03 de março de 1976. Aprova o Regulamento de Zoneamento do Município do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D322M.PDF>>. Acesso em: 07 de julho de 2010.

SCHLEE, M. B. **A ocupação das encostas no Rio de Janeiro: morfologia, legislação e processos sócio-ambientais**. Rio de Janeiro, 2011. 398 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), Programa de Pós-graduação em Arquitetura (PROARQ), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO. **Morar Carioca vai urbanizar todas as comunidades do Rio até 2020**. Habitação em Foco. Ano II, Nº 14, 2010.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Guia das Unidades de Conservação Ambiental do Rio de Janeiro, 1998

SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL. **Glossário de Defesa Civil, Estudos de Riscos e Medicina de Desastres**. 5 ed. Brasília, 2004. Disponível em:

<<http://www.defesacivil.gov.br/publicacoes/publicacoes/glossario.asp>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2012.

_____. **Segurança global da população.** Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.defesacivil.gov.br/publicacoes/publicacoes/seguranca.asp>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2012.

TRIBUNAL DE CONTAS DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO (TCMRJ). Relatório de Monitoramento das Auditorias de Avaliação dos Programas de Urbanização em áreas de baixa renda, Bairrinho e Favela Bairro, da Secretaria Municipal de Habitação. 37 p. 2009. Disponível em: <http://www.tcm.rj.gov.br/WEB/Site/Noticia_Detalhe.aspx?noticia=4645&detalhada=0&downloads=2> Acesso em 20 de maio de 2012.

VIAL, A.; CAVALIERI, F. O efeito da presença governamental sobre a expansão horizontal das favelas do Rio de Janeiro: os Pouso's e o Programa Favela-Bairro. **Coleção Estudos Cariocas.** p. 1-9, maio 2009. Disponível em: <<http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/>>. Acesso em: 15 de maio de 2012.

VIVA RIO. Coordenação de Marcelo Monteiro. Favela tem memória. Pequeno dicionário das Favelas. Disponível em: <<http://www.favelatemmemoria.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=3>>. Acesso em: 05 de abril de 2012.

Apêndice

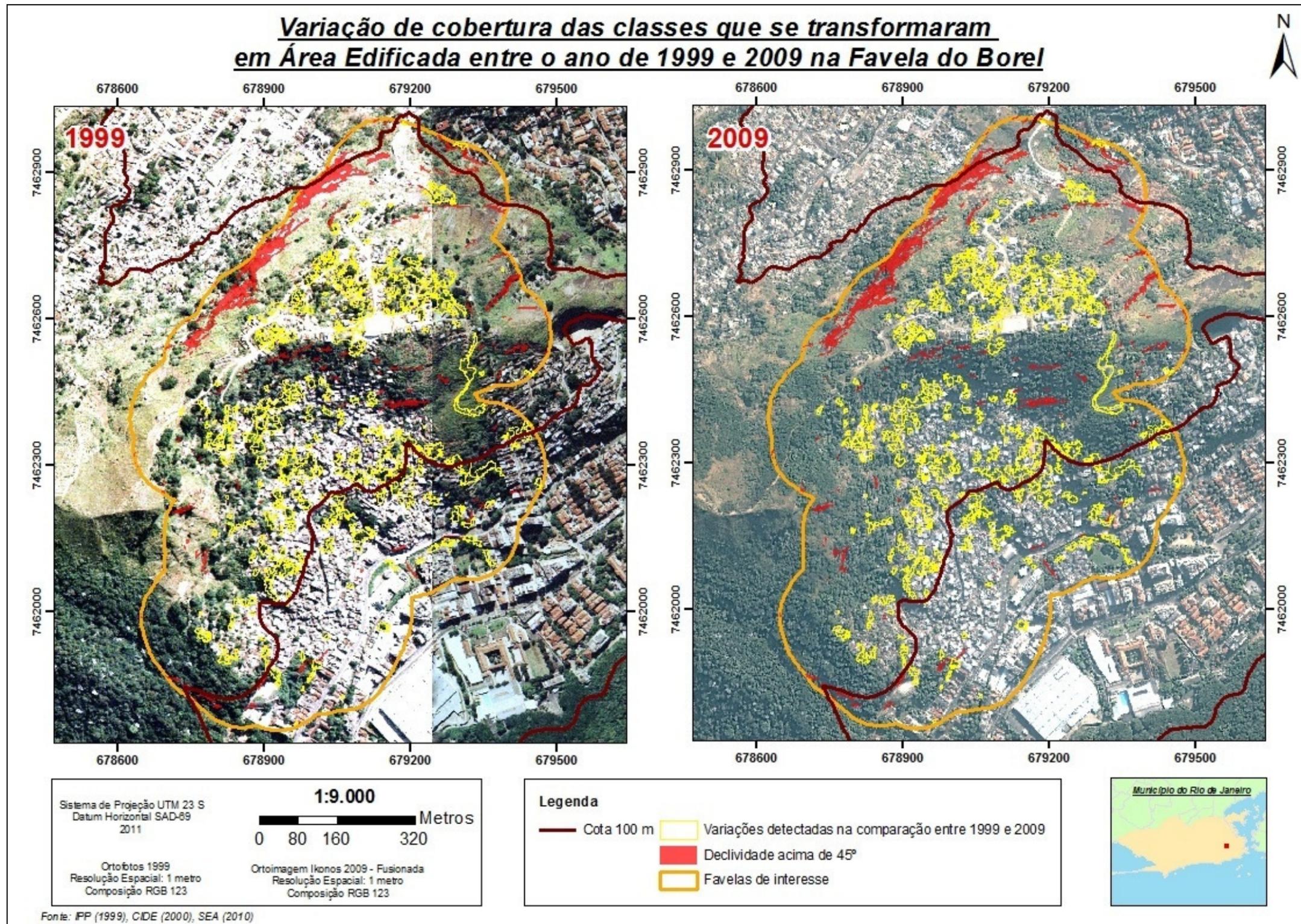


Figura do Apêndice A - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na favela do Borel.

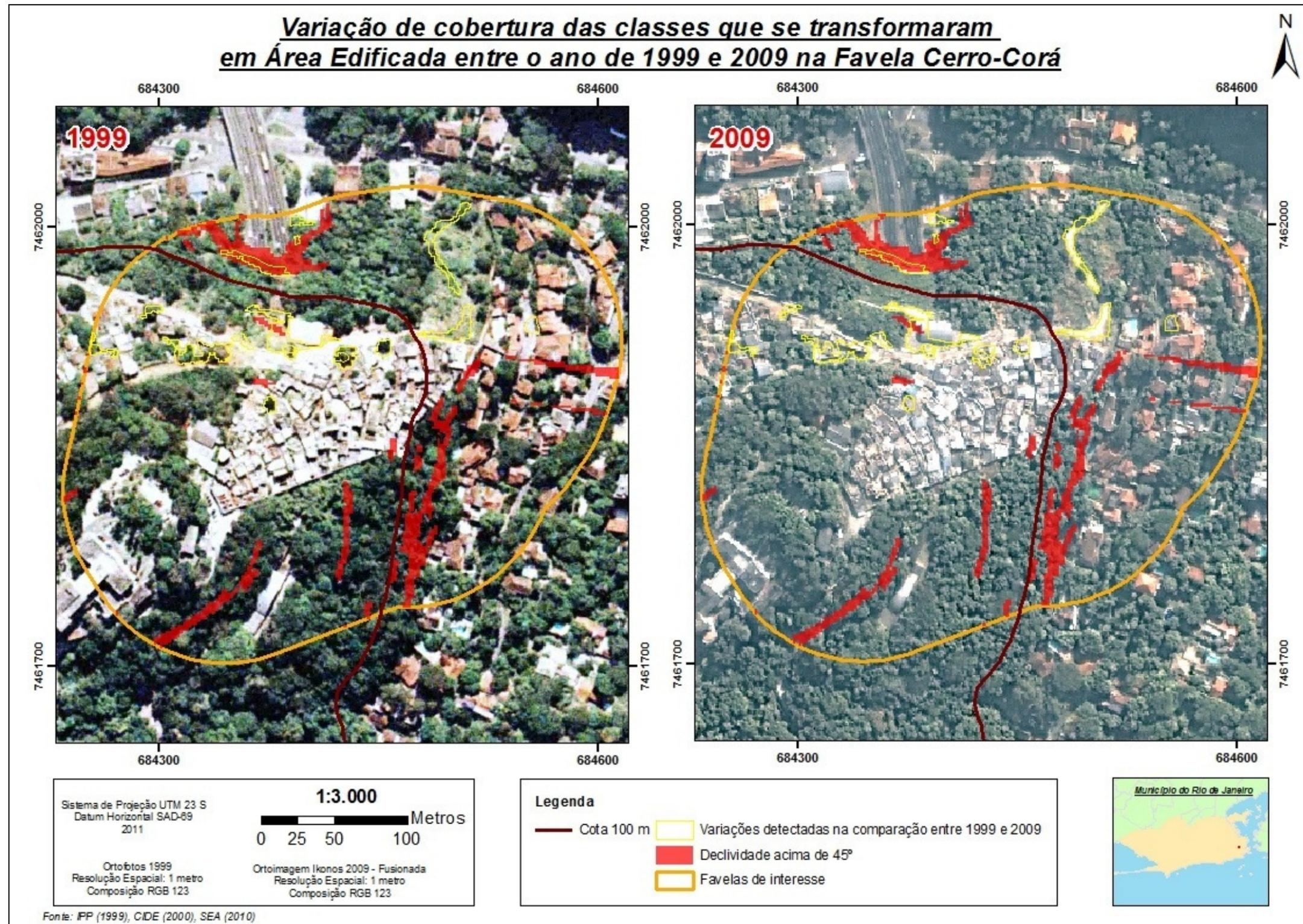


Figura do Apêndice B - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na favela Cerro-Corá.

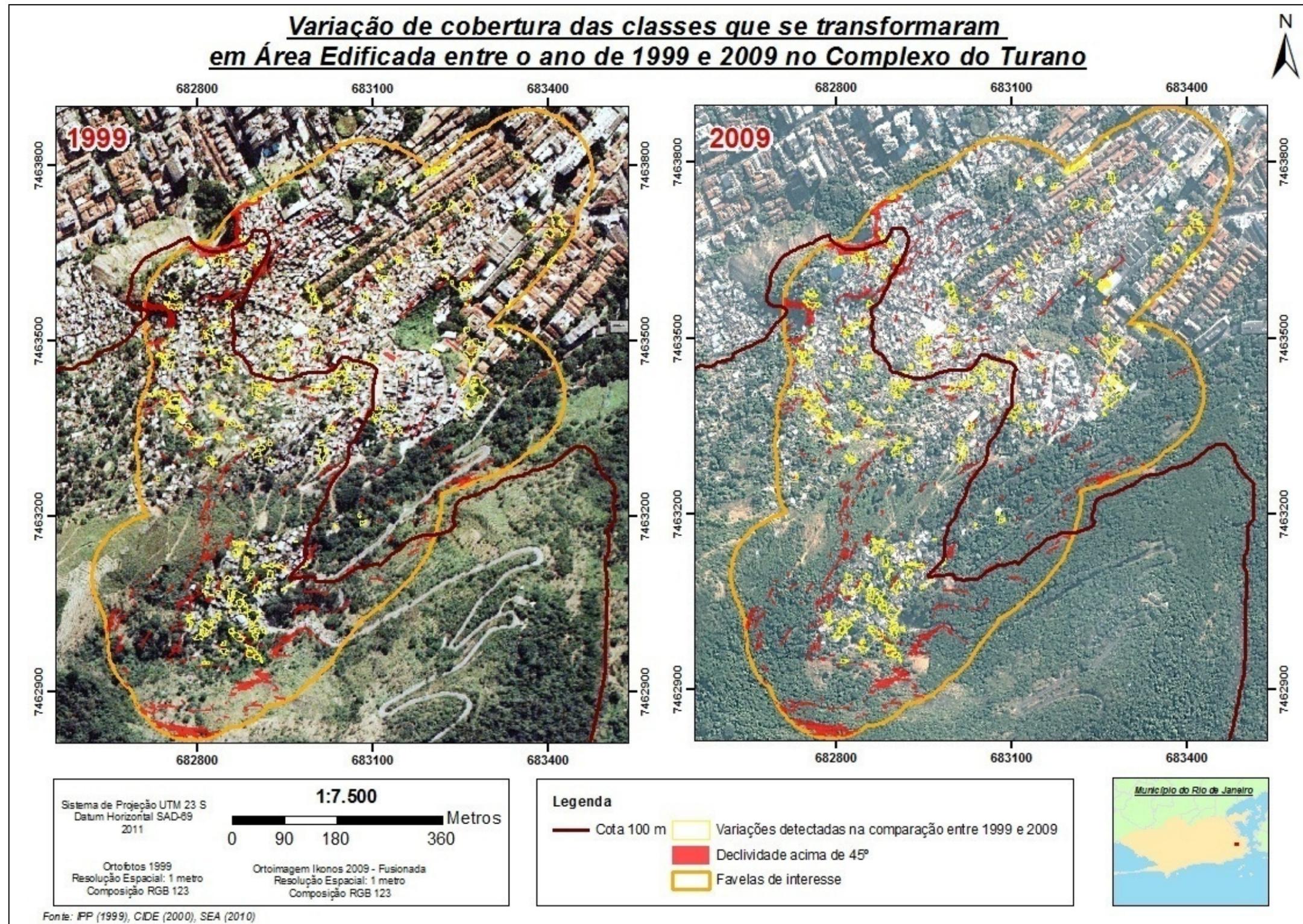


Figura do Apêndice C - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 no Complexo do Turano.

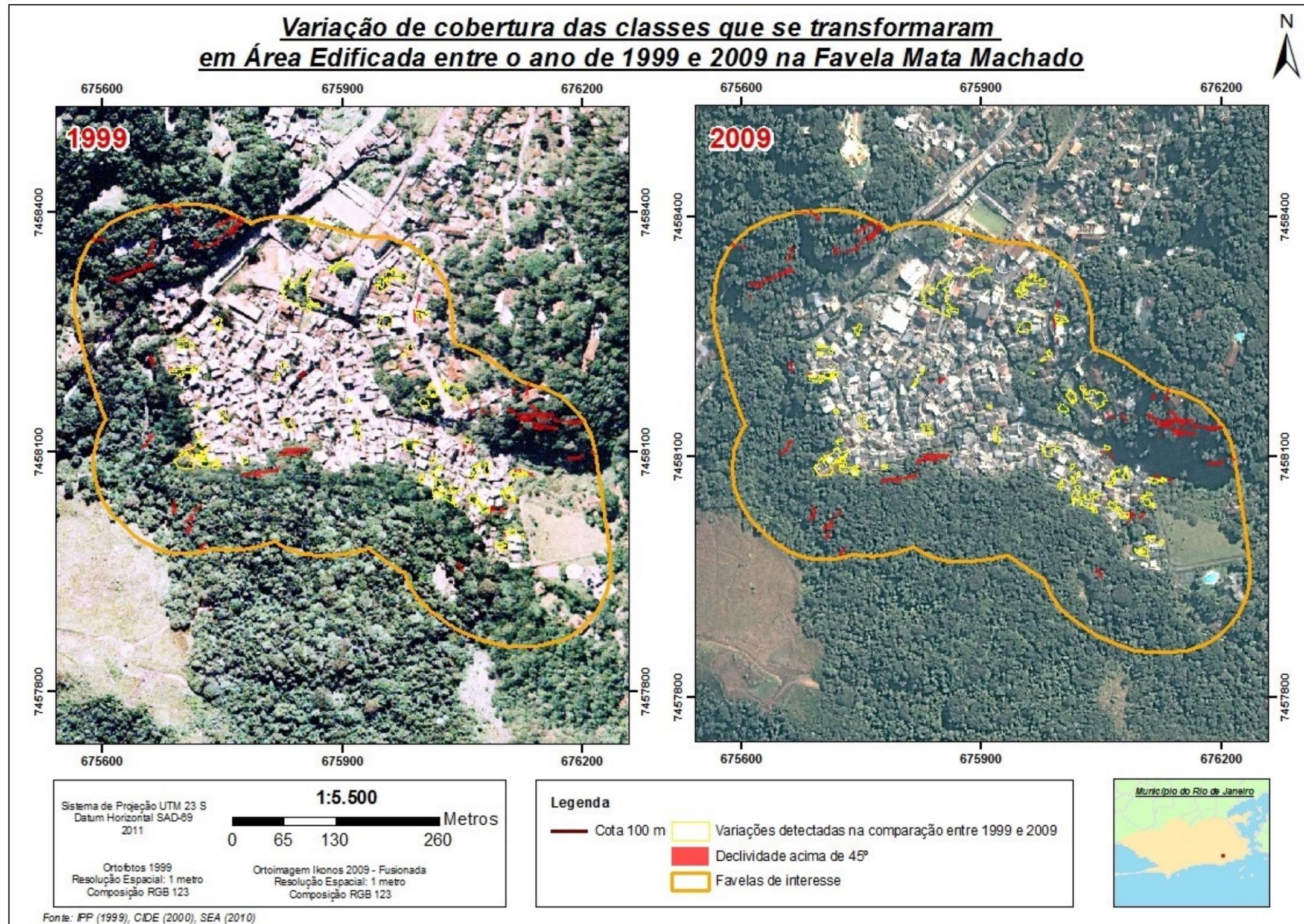


Figura do Apêndice D - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na Favela Mata Machado.

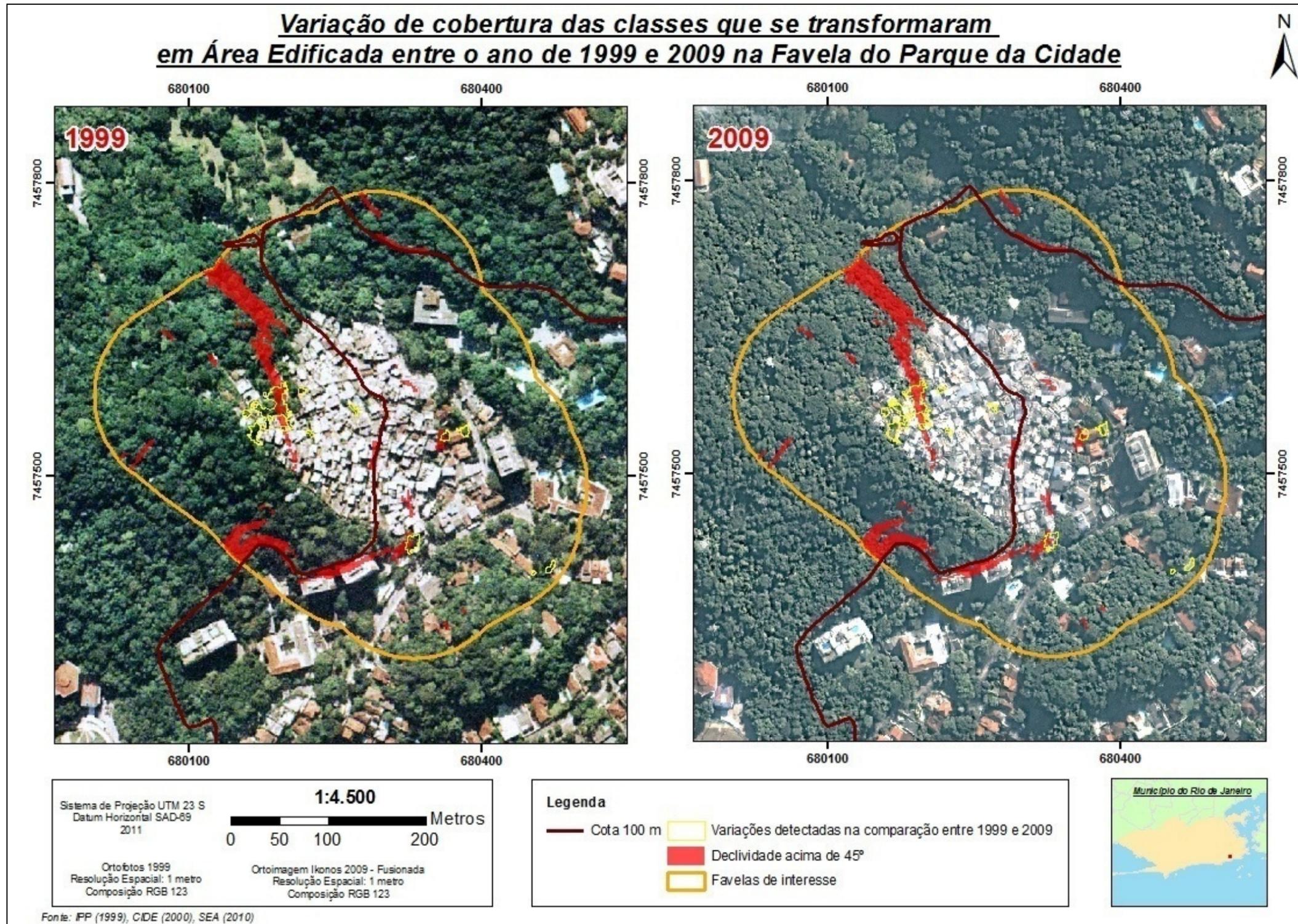


Figura do Apêndice E - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na favela Parque da Cidade.

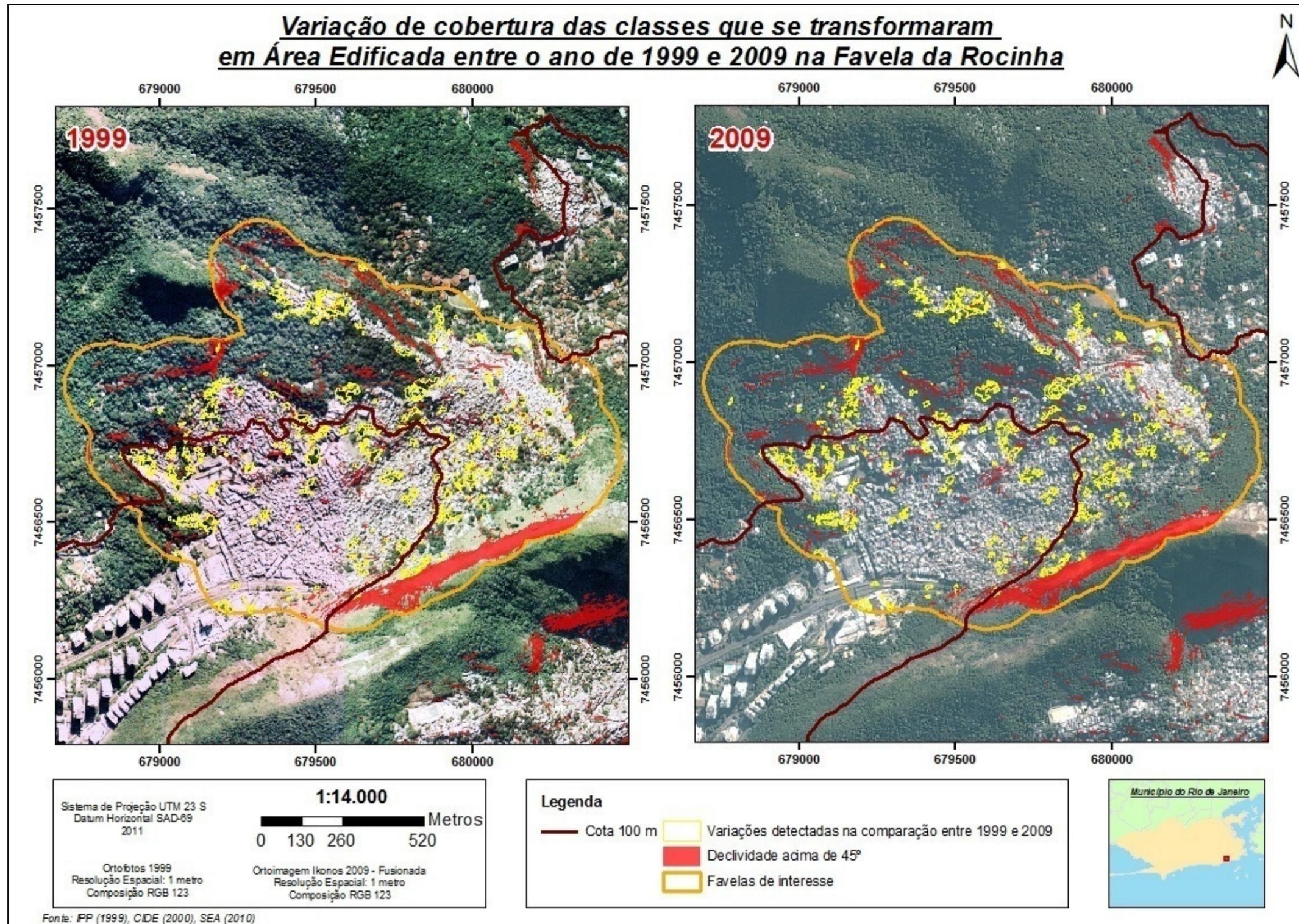


Figura do Apêndice F - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na favela da Rocinha.

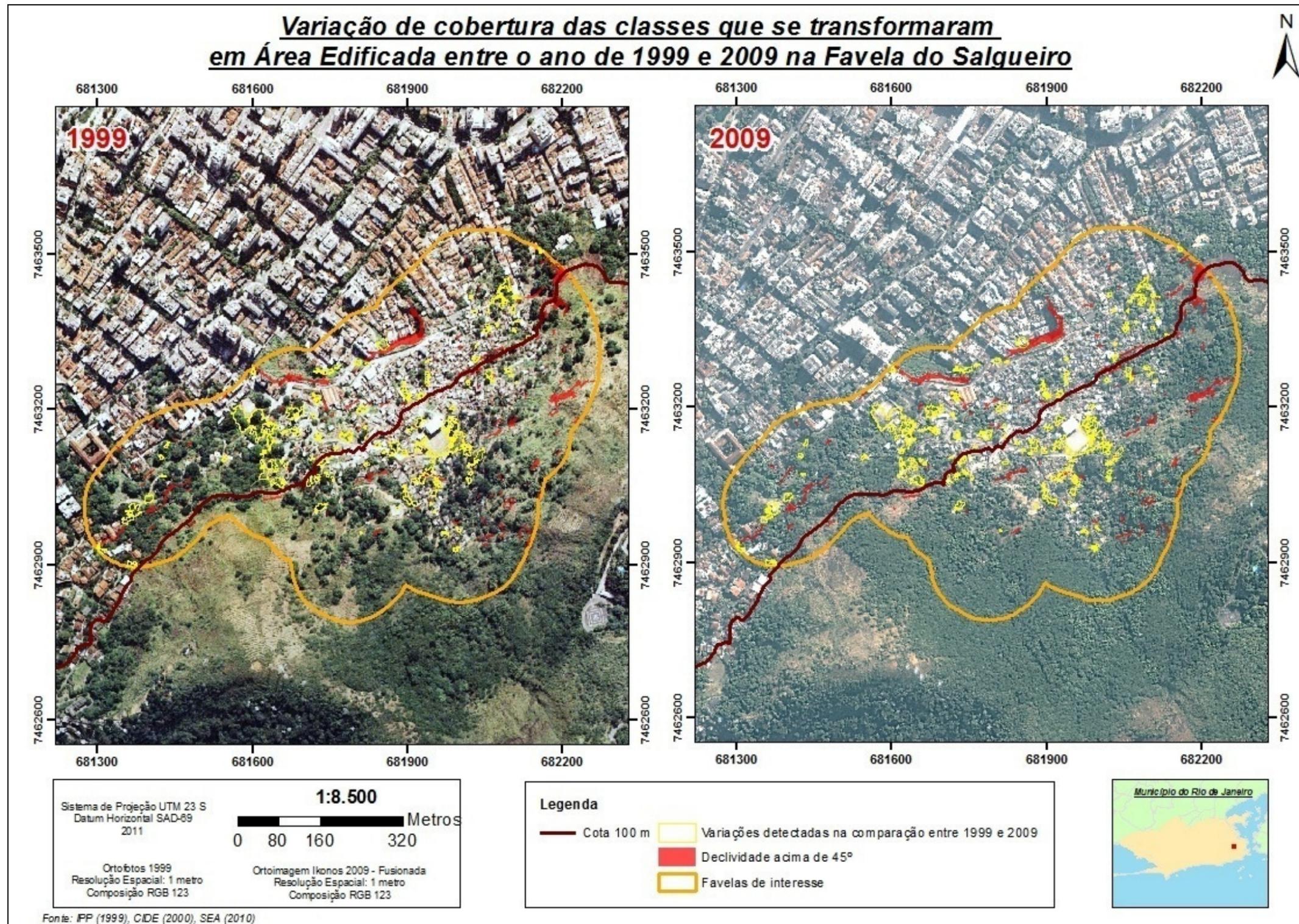


Figura do Apêndice G - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na favela do Salgueiro.

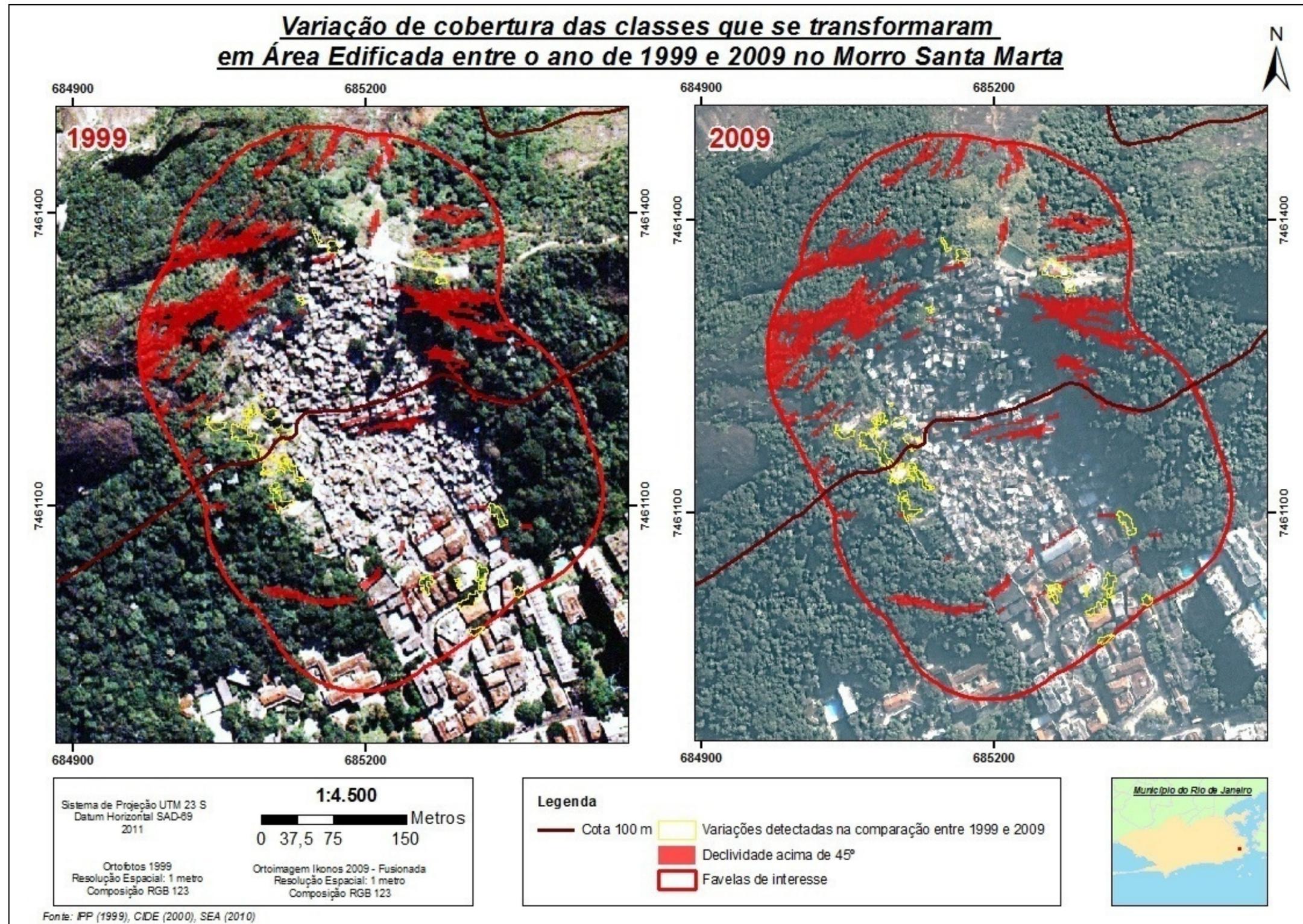


Figura do Apêndice H - Variação de cobertura do solo para área edificada entre os anos de 1999 e 2009 na favela Santa Marta.