

MODELAGEM DO RISCO DE ESCORREGAMENTO NO AGLOMERADO DA SERRA

P. Temba, M. A T. Elmiro, M. Nero, W. L. Assis, J. C. Nogueira

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Comissão V - Gestão Territorial e Cadastro Técnico Multifinalitário

RESUMO

Aglomerados subnormais, as favelas, os assentamentos precários, as invasões, as ocupações irregulares, os complexos, as vilas. e/ou similares correspondem aos termos comumente dedicados às comunidades que tomam posse de uma propriedade particular ou de natureza pública para os fins de moradia. Seja de alvenaria ou madeirame as populações vivem tradicionalmente nas localidades que enfrentam restrições ambientais ou de aprovação formal pela autoridade municipal. Ao somar o adensamento populacional, a vulnerabilidade das construções e o desequilíbrio das forças mecânicas do solo, o resultado são os escorregamentos geológicos. Considerados processos de movimentos de massa envolvendo materiais que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas. A população pobre que habita tais localidades praticam técnicas inadequadas de estabilização, logo a possibilidade de ocorrência de acidentes associados a estes processos é elevada. O artigo estuda o indicador de risco ao escorregamento de residências no Aglomerado da Serra, em Belo Horizonte. São detalhados os equipamentos e métodos voltados para esta finalidade.

Palavras-chave: Assentamentos Precários, Escorregamento Geológico, Perfilamento Laser.

ABSTRACT

Irregular settlements, slums, shantytown, squatter settlements, informal settlements, complex, villages. There are many terms dedicating to the communities who get possession of private property or public nature property for housing purposes. It be masonry or woodwork populations traditionally living in localities facing environmental restrictions or formal approval by the local governments. To add up the population density, the vulnerability of buildings and the imbalance of the mechanical forces of the soil, the result will be the geological landslides. It is considered processes of mass movements involving materials that cover the surfaces of the slopes or hillsides. The poor inhabiting such places to practice inappropriate techniques for stabilization, then the possibility of accidents associated with these procedures is high. The paper studies the landslide risk index of households in Cluster Serra, in Belo Horizonte. There are details the methods and equipment designed to this purpose.

Keywords: Irregular Settlements, Geological Landslide, Laser Profiling.

1- INTRODUÇÃO

A demanda por novas moradias destinadas às famílias de baixa renda (até 04 salários mínimos, segundo o IBGE) totaliza 7,2 milhões e aproximadamente 80% está concentrada nas áreas urbanas, segundo o Ministério das Cidades. Os assentamentos informais concorrem com áreas desprezadas pelo mercado imobiliário, sejam devido às restrições de caráter ambiental e/ou restrições construtivas. O resultado são populações cada vez mais numerosas que ocupam as encostas, alagados ou manguezais para instalar residências. A pesquisa tem o propósito de modelar a superfície crítica em relação ao escorregamento. A área de estudo é um polígono

inserido no assentamento irregular conhecido por aglomerado da Serra, localizado em Belo Horizonte/MG, com aproximadamente 37 ha de extensão na zona centro-sul. O estudo contempla a tecnologia inovadora do perfilamento do sensor laser para a modelagem digital da superfície física. Sensor que embarcado na aeronave possibilita avanços expressivos em relação ao conhecimento do comportamento da topografia se comparado com as aerofotos. Isso porque o sombreamento, o arranjo espacial caótico das edificações e o difícil acesso não representam obstáculos que tornavam as imagens aéreas vulneráveis. O método descreve um procedimento que analisa individualmente a edificação

em relação à ocupação espacial sobre o modelo de superfície definido pela nuvem de pontos do perfilamento laser. Inicia com um polígono da área crítica ao risco de escorregamentos e conclui com a descrição física/geográfica das habitações sujeitas ao risco. Assim, a partir da análise da coleção de ortofotos do Aglomerado da Serra, foi possível evidenciar os contornos e meandros das edificações no programa ArcGis. A medida tem o propósito de atualizar a base cartográfica do assentamento e, conseqüentemente, obter o parâmetro espacial. É uma estratégia oportuna, pois nos assentamentos, diferentemente da malha formal da cidade as edificações não são tratadas individualmente, mas sim como agrupamento, representada espacialmente por um polígono. Em paralelo, uma rotina na plataforma do aplicativo Matlab compara a localização geográfica da moradia com o modelado da superfície física e demais parâmetros de caráter geológico importantes para a classificação de risco (severo, médio ou moderado).

2- ASSENTAMENTOS INFORMAIS

SILVA (2005) argumenta que os assentamentos se localizam em áreas desprezadas pelos agentes do mercado da terra, ou seja as áreas desvalorizadas ou por sua localização, qualidade ambiental, níveis de declividade ou problemas geológicos. Dentro dos limites geográfico-políticos da cidade podemos distinguir dois tipos de propriedades: as que estão formalmente regularizadas e as ilegais que são frutos de invasão ou posse conhecidos como assentamentos informais, assentamentos precários ou comumente tratado por favelas ou vilas em Belo Horizonte.

A demolição da Cabeça de Porco, na capital fluminense, cortiço famoso pelo esplendor da arquitetura e adensamento populacional. Conforme relatado em VALLADARES (2000), correspondem ao processo deflagrador das ocupações irregulares nos morros e encostas no Rio de Janeiro. O aparecimento dos assentamentos informais em Belo Horizonte é contemporâneo ao fluminense. No entanto, o motivo de crescimento se deve a outros fatores.

CONTI (2004) aposta que o recrudescimento da expansão das terras destinadas à ocupação irregular na capital mineira se deveu às fortes chuvas no final da década de 1970. O impacto causado pelas perdas humanas e propriedades e o aumento do número de remoções forçadas pela Prefeitura, levou à formação de entidades de organização civil. Eram tuteladas por religiosos que intervieram na regularização fundiária praticados à época. Porque os agentes públicos sustentavam que a solução estava baseada em dois fatores: remoção e desapropriação. O fracasso desta política não logrou êxito, pois com a remuneração das propriedades as famílias migravam para outras localidades criando novos assentamentos. Por vezes, afirma CONTI (2004), os posseiros tomavam os

mesmos locais de onde haviam sido expulsos ou outras localidades adjacentes eram escolhidas.

As construções nos assentamentos sofrem um mal da precariedade, pois desafiam as normas da construção civil e as leis do modelado da superfície física. A declividade do local edificado é uma variável que deve ser avaliada com cautela e técnicas que promovam obras de estabilização de encostas. São práticas que vão desde o retaludamento – intervenções que afetam a crista do talude, visando regularizar a superfície e recompor artificialmente as condições de maior estabilidade até o uso de mantas sintéticas que cobrem o trecho sujeito à mesma patologia. Porém, as intervenções, na maior parte das vezes guiadas por leigos, desestabilizam a estrutura do solo e quando somado ao período de chuvas resta apenas as tragédias que cotidianamente ilustram os noticiários.

CARVALHO & GALVÃO (2006) definem o termo risco como indicador da probabilidade de ocorrência de algum dano a uma população (pessoas ou bens materiais). É uma condição potencial de ocorrência de um acidente.

No Brasil, inundações, escorregamentos e processos correlatos, são os principais fenômenos relacionados a desastres naturais, ocorrendo normalmente associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados, nos períodos chuvosos que na região sudeste corresponde ao verão (dezembro a fevereiro).

O aumento da incidência de desastres naturais no país é consequência do intenso processo de urbanização verificado nas últimas décadas, decorrente do crescimento desordenado das cidades em áreas impróprias à ocupação devido às suas características geológicas e geomorfológicas desfavoráveis. Particularmente, as intervenções antrópicas nestes terrenos, muitas vezes efetuadas sem a implantação de infraestrutura adequada, aumentam os perigos de estabilização dos mesmos.

A distância da moradia ao topo ou base de talude é importante para a determinação do nível de risco a que a moradia está sujeita. Em Belo Horizonte é considerado como largura da faixa de segurança da ordem de uma vez a altura do talude (1:1).

Embora não invalide a contribuição dos aspectos geotécnicos, o tipo de fundação, o sistema de esgotamento sanitário, o sistema de drenagem e as patologias aparentes ao fenômeno. A pesquisa prioriza a análise do escorregamento segundo o fenômeno mecânico decorrente das intervenções antrópicas que afetam o modelado natural do relevo.

A área de estudo, ilustra a Figura 1, é um polígono de 37 há de área, inserido no Aglomerado da Serra. É um assentamento que compreende extensão continuada de quatro vilas – Vila do Cafezal, Vila N.Sra. de Fátima, Vila Marçola, Vila N.Sra. da Conceição e Vila N.Sra. da Aparecida. É um

assentamento que ocupa região de transição entre duas regionais municipais a Leste e a Centro-Sul.

A pesquisa revela um método que identifica a declividade crítica sob o aspecto da estabilização do solo inserida no assentamento sujeita ao risco de deslizamento com relação a declividade crítica do

terreno. A adoção do perfilamento laser inovou com larga propriedade o alcance obtido por outras tecnologias, pois o sensor laser embarcado possibilita a geração de um número expressivo de pontos sobre a superfície física. A combinação com aplicativos dedicados fornecem o modelado da superfície com precisão vertical de aproximadamente 15 cm.

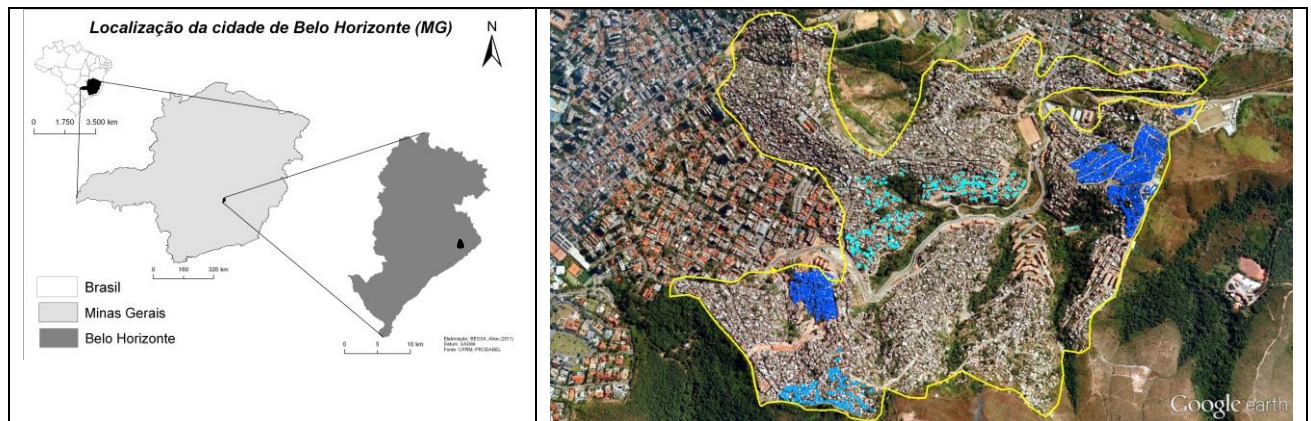


Fig.1 – Imagem gerada pelo Google Earth – Polígono inserido no Aglomerado da Serra

3- MATERIAIS E MÉTODO

A seleção da coleção de ortofotos digitais pertinentes à área de estudo é a primeira etapa. Um polígono da área crítica ao risco de escorregamentos é traçado na seqüência. A partir da coleção de ortofotos do Aglomerado da Serra faz evidenciar as quadras, contornos e meandros das edificações no aplicativo ArcGis. A medida tem o propósito de gerar a base cartográfica do assentamento e, conseqüentemente, obter o parâmetro espacial. Estas são técnicas conhecidas por geoprocessamento. A preocupação com a delimitação dos lotes foi descartada devido ao arranjo caótico do ordenamento territorial que importa demorada operação para identificação do limite entre as propriedades. E, em paralelo, uma rotina na plataforma do aplicativo Matlab compara a localização geográfica da moradia com o modelado da superfície física criada no Global Mapper a partir do perfilamento laser e demais parâmetro de caráter geológico importantes para a classificação da edificação sujeita ao risco de escorregamento.

Após o processamento no MatLab[®] foi estabelecido uma classificação das edificações. A razão entre a distância horizontal da moradia ao topo (ou base de talude) e a distância vertical do talude definem um índice que recebe a denominação de RZ. São três classes; recebem a denominação de risco moderado(0,99 – 0,71), médio (0,70 – 0,52) e severo(≤ 0,51).

O registro das coordenadas plano-cartesianas UTM das edificações foi realizado com o Excell(programa integrante do Office 2003) e a conversão para uniformizar os data WGS-84 e SAD-69 foi realizado com conversor obtido do portal do IBGE(aplicativo ProGrid v.1.1). Isto se deve ao fato

que os arquivos cedidos pela Prefeitura de Belo Horizonte oriundos do perfilamento laser estão no datum SAD69 e os polígonos das edificações foi traçado sobre uma cena configurada com o datum WGS84.

O processo de evidência espacial das propriedades sobre os assentamentos é realizado com aplicativos da cartografia digital. Optou-se pela classificação visual em detrimento de operadores matemáticos que tornariam o processo mais lento e complexo. A imagem selecionada foi gerada pelo Google Earth sobre a cidade de Belo Horizonte. O banco de dados relacional foi elaborado na plataforma do QuantumGis[®](versão 2.18.7).

São dois os movimentos programados para determinar se a distância da moradia ao topo (ou base) de talude tem declividade crítica. Primeiro, inicia o círculo de varredura definida pelas coordenadas apuradas para direção CGE-BE. Em seguida, a partir da linha que define o círculo de varredura serão espaçados intervalos de 0,5 m até atingir 3,0 m para definir se o afastamento foi atingido. A partir da linha que define o círculo de varredura serão espaçados intervalos de 0,5 m até atingir 3,0 m para verificar se a condição é atendida. Caso contrário, a busca reinicia na direção 2, distinta de 30⁰ em relação a primeira direção. O ciclo de busca encerra quando alcança a posição 12. Quando dá início a pesquisa da próxima edificação

A base vetorial de traços que compreendem as quadras, edificações, limite do polígono, arruamento etc. são importados para a plataforma do QuantumGis. O *shapefile* da base cartográfica do assentamento é exportada para o ArcGis. O banco de dados relacional decorrente da rotina do Matlab recebe um *link* da base vetorial. Por outro lado, a modelagem da superfície

física adotou o critério praticado por CANAVESI et al.(2013) ao classificar o solo segundo a declividade em cinco; montanhoso, forte ondulado, ondulado, suave ondulado e plano. Porém, em razão do comportamento específico do assentamento. Houve uma generalização e as classes foram reformadas em três gradientes; acentuado(maior do que 45%), mediano(entre 8 e 45%) e reduzido(entre 0 e 8%). Por fim, resta a edição do mapa final. E, por fim, a análise sobre o ponto de vista da precipitação avaliou as medidas colhidas e modeladas por ASSIS(2015) para o município de Belo Horizonte.

4- RESULTADOS OBTIDOS

A pesquisa se dedicou a reunir a cena digital do assentamento, gerar o MDT em função do perfilamento laser, o registro físico das edificações, o processamento e adequação dos Data e a seleção e ranking das edificações sujeitas ao risco.

Os resultados decorrentes da incidência de precipitação isoladamente não permitiu apontar componentes de natureza crítica em relação ao escorregamento. Porque o modelado praticado por ASSIS(2015) alcança a área de estudo no período entre 2011 e 2014, Figura 2. Decorrente do tratamento de dados de uma rede de estações pluviométricas e meteorológicas no município de Belo Horizonte.

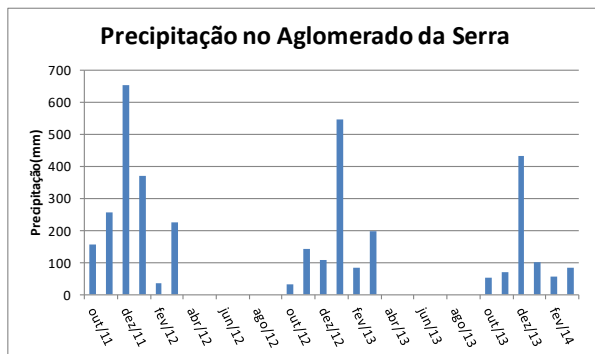


Figura 2- Precipitação acumulada no aglomerado da Serra

O período de coleta revela assimetria acentuada entre os mesmos meses em anos distintos e quando comparado aos indicadores críticos não favoreceu conclusão. Ao observar o gráfico publicado por SILVA(2014), Figura 3, agrava a interpretação, pois se observar o volume de chuvas em Dez/2011(618-651mm) atinge o grau mais elevado. Porém se verificar no mês seguinte, Jan/2012(348-370 mm), está no patamar C da classificação.

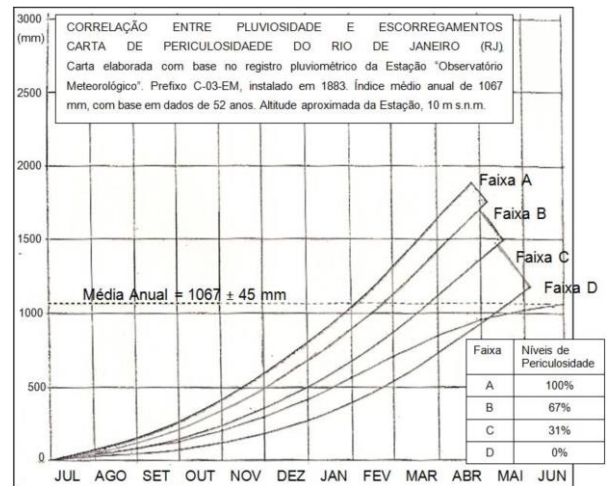


Figura 3 –Correlação entre pluviosidade e escorregamento
Fonte: SILVA(2014)

É possível afirmar que o algoritmo desenvolvido aponta para a existência de ocupações, aparentemente, afinados aos critérios de indicadores críticos ao escorregamento apontados pela proximidade de taludes ou depressões acentuadas as construções, Figura 4.



Fig.4 – Edificação da quadra1, No.135 foi indicada pelo algoritmo propensa ao risco

De resto, o parâmetro que deu destaque à patologia do solo, quanto ao escorregamento geológico foi a declividade, ou gradiente do terreno. A Figura 5, mapa de declividade do assentamento, assinala as edificações do aglomerado, quando sujeitas às chuvas intensas, estão propensas ao escorregamento em quase totalidade das habitações. O artigo identifica isoladamente o efeito de critérios técnicos que afetam a estabilidade mecânica do solo. Todavia, é oportuno que novas pesquisas possam parametrizar valores que quando combinados possam elucidar com antecedência ao fenômeno que alcança uma expressiva parcela da população nas grandes e médias cidades.

5- CONCLUSÕES

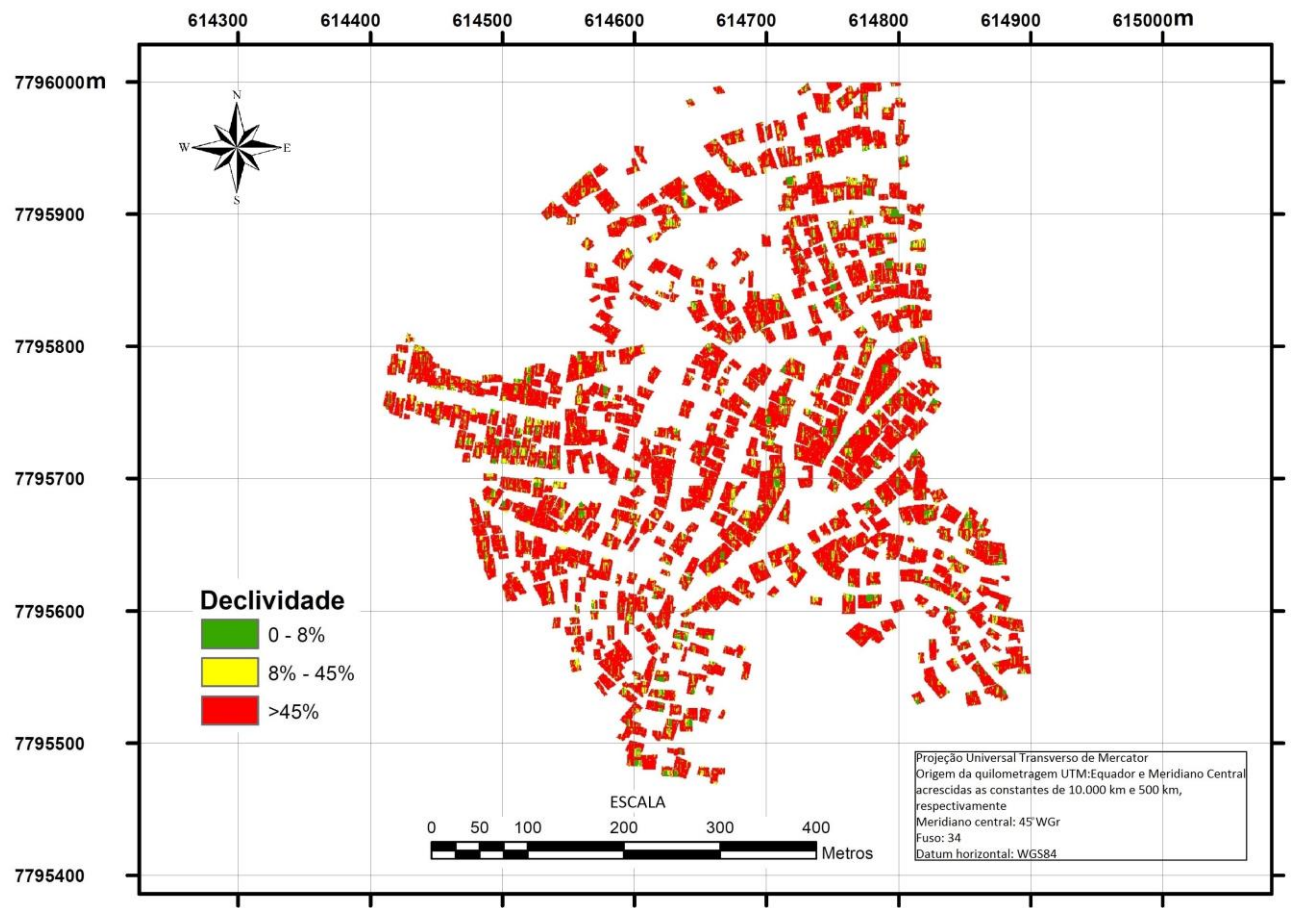
Os aglomerados subnormais são uma problemática real e latente de praticamente todos os países em desenvolvimento. A possibilidade de ter a disponibilidade de uma ferramenta automatizada e rápida

de modo a se localizar e quantificar essas áreas é de grande valia para as pesquisas científicas.

No trabalho aqui apresentado deve-se destacar a utilização tanto de programas comerciais (ArcGIS, Excel), bem como em conjunto com programas de uso livre (sem custo) como o Quantum GIS.

Como perspectivas futuras poderia se analisar a performance do programa conforme a variação do tamanho da área a ser analisada, bem como a realização de testes com problemas similares, mas de características culturais pouco distintas das evidenciadas no Brasil, tais como na Índia, Indonésia e outros.

Declividades da Vila Cafezal



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, W. L.. A Influência dos núcleos de aquecimento nos totais pluviométricos: análise dos períodos chuvosos de 2011-2012 e 2012-2013 no município de Belo Horizonte (MG). 2015. Revista GEOgrafias, Vol. 1, pp. 66-79.

CANAVESI, V., Camarinha, P.I.M., ALGARVE, V. R.; CARNEIRO, R. C. S. e ALVALA, R. C. S, 2013. Análise da susceptibilidade a deslizamentos de terra: estudo de caso de Paraibuna, SP. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, . Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Vol. I, Foz do Iguaçu - PR, Brasil, pp. 5251-5258.

CARVALHO, C. S. e GALVÃO, T. Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas: Guia para

elaboração de políticas municipais, 2006, Ministério das Cidades, Brasília, 111 páginas.

CONTI, A. A política de intervenção nos assentamentos informais em Belo Horizonte nas décadas de 1980 e 1990 e o Plano Global Específico. 2004. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.11, No.12, pp.189-216.

SILVA, M. L.P., 2005, Favelas cariocas – 1930-1964. Ed. Contraponto, Rio de Janeiro, 239 páginas.

SILVA, N. L., Correlação Chuvas e movimentos de massa na sub bacia do Alto Ribeirão do Carmo. 2014. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Universidade Federal de Ouro Preto, 172 páginas.

VALLADARES, L. A gênese da favela carioca: a produção anterior às ciências sociais. 2000. Revista Brasileira de Ciências Sociais, Vol. 15, No 44, pp. 5-34.