

**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DO BAIRRO FORTALEZA, MUNICÍPIO DE GUARULHOS (SP), FRENTE AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO***THE ENVIRONMENTAL DEGRADATION OF THE FORTALEZA QUARTERS, MUNICIPALITY OF GUARULHOS (SP), FROM THE OCCUPATION AND USE OF SOIL*

Marisa Vianna MESQUITA<sup>1</sup>; Marcio Roberto Magalhães de ANDRADE<sup>1</sup>; Antonio Roberto SAAD<sup>1,2</sup>; José Eduardo ZAINÉ<sup>2</sup>; Antonio Manoel dos Santos OLIVEIRA<sup>1</sup>; Sandra Emi SATO<sup>1</sup>; William de QUEIROZ<sup>1</sup>; Fabio da Costa CASADO<sup>1</sup>

**RESUMO:** O Município de Guarulhos, segunda maior cidade em população no Estado de São Paulo e pertencente à Região Metropolitana de São Paulo - RMSP vem sofrendo uma ocupação acelerada e desordenada ao longo de décadas. Dividido fisiograficamente em dois macrocompartimentos, separados pela Falha do Rio Jaguari, Guarulhos possui na sua porção sul uma área já consolidada com terrenos mais apropriados à ocupação e com mais facilidade de acesso a serviços e infraestrutura. As áreas com problemas encontram-se na porção norte do município, que além de serem áreas com presença de declividades acentuadas, são ocupadas irregularmente, carentes em infraestrutura e planejamento do Poder Público. O resultado dessa pressão de ocupação na porção norte do município fez-se necessário o estudo da microbacia pertencente ao Bairro Fortaleza que possui ocupações com um histórico com diferentes resultados ao longo do tempo em degradações ambientais principalmente no que se refere à dinâmica superficial. Para elaboração do Mapa de Degradação Ambiental foi utilizado o método de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) de Vedovello (2000), os dados obtidos indicam que a microbacia sofreu com a degradação ambiental, materializada em problemas de dinâmica superficial como escorregamentos nas regiões declivosas e um grande volume de assoreamentos, principalmente nas planícies aluvionares. A falta de planejamento e de infraestrutura corroboram para um aumento dessa degradação necessitando de cartografia geotécnica que possa auxiliar o Poder Público na melhor forma de uso do solo e a gerenciar os problemas existentes.

**Palavras-chave:** Degradação ambiental. Uso e ocupação do solo. Processos erosivos. Município de Guarulhos.

**ABSTRACT:** The municipality of Guarulhos, second large in population, state of São Paulo belongs to the RMSP – Metropolitan Region of São Paulo, has suffered from a disorderly and accelerated occupation during the decades. Physiographically divided in two macro compartments, separated by Jaguari River Fault, Guarulhos has in its South portion a well done consolidated area more appropriate to land occupation resulting in facilities to access services and infrastructure as well. The biggest problems are in the Northern-part that beyond to be areas with an accentuated declivity, are irregularly occupied with no infrastructure or governmental assistance planning. Due to the occupation stress in the Northern portion were analyzed three micro basins belonging to the Fortaleza with different historical occupations resulting in a short term in an environmental degradation especially regarding to dynamic surface. To elaborate the Environmental Degradation Map were used the method the Compartmentation Basic Units. The obtained datas suggest that the basin suffer with the environmental degradation revealed in dynamic surface problems such as slide, a great volume of silting, mainly of the alluvial plains. The absence of planning and infrastructures in these places assure to an increase of this degradation, requiring geotechnical cartography in order to help the government to go on in a best way to use the land and manage the existing problems.

**Keywords:** Environmental degradation. Occupation and use of soil. Management of erosion problems. Guarulhos Municipality.

1 - Universidade Guarulhos. e-mail: mvmesquita@prof.ung.br.

2 - UNESP / Rio Claro.

## INTRODUÇÃO

A formação de áreas degradadas em decorrência do uso intenso da terra é o contexto em que se insere este trabalho que tem por objetivo efetuar uma avaliação da degradação ambiental que ocorreu no bairro Jd Fortaleza na perspectiva da Análise Geoambiental. A implantação de um projeto inadequado de loteamento em um sistema de morros cristalinos resultou em muitos terrenos degradados relacionados a processos geodinâmicos relativos ao escoamento de águas pluviais nas encostas. A instalação de uma atividade de mineração para produção de brita acrescenta-se a este panorama.

O Bairro Jardim Fortaleza localiza-se na porção centro-norte do município de Guarulhos e conta com uma população de 13.120 habitantes (PMG, 2010). O bairro que é acessado pela estrada Guarulhos-Nazaré e estrada Velha de Nazaré, foi estabelecido na Microbacia Córrego do Entulho (Figura 1) da sub-bacia do rio Baquirivu-Guaçu, Bacia do Alto Tietê. A região é parte integrante de um cinturão de morros e montanhas do Planalto da Mantiqueira (ROSS; MOROZ 1997) incluída na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (DIAS; LINO, 2003), estando notadamente relacionadas às cabeceiras de drenagem cobertas por florestas.

Embora possua uma dimensão relativamente pequena e restrições físicas evidentes na topografia dominante, a microbacia Córrego do Entulho apresenta diferentes formas de uso da terra, envolvendo desde remanescentes de glebas rurais onde ocorrem restos de floresta, a um amplo loteamento urbano e uma mineração de brita.

Segundo Santos (2005), essa microbacia possui uma ocupação urbana extremamente problemática e não muito antiga. O loteamento presente nessa área foi licenciado pelo município em 1977 e implantado durante a década de 1980 numa região de morros.

Os impactos ambientais acarretados pela implantação desse loteamento deram-se

pelo desmatamento significativo de floresta atlântica acompanhado de movimentação de terra em grande escala, observada em cerca de 60% da microbacia, e o abandono de diversas áreas que se deterioraram. É notável a presença de diversas áreas degradadas que resultaram da prática adotada diante das condições geotécnicas adversas.

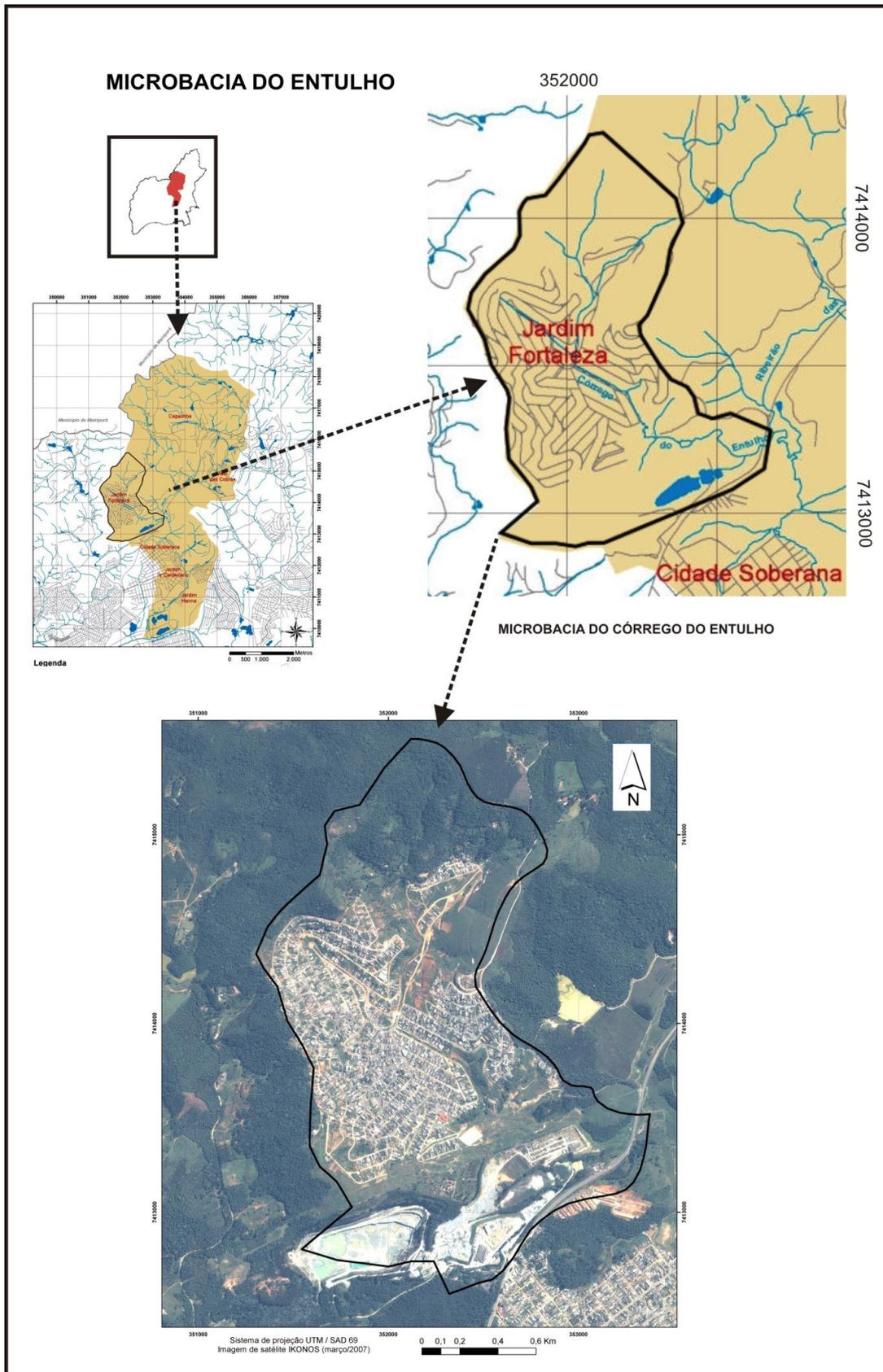
Atualmente, a ocupação dessa microbacia encontra-se estabelecida como Jardim Fortaleza numa faixa central que se estende no sentido leste-oeste e a Pedreira Basalto (antiga Reago) ocupando toda a porção sul.

No extremo norte da área verifica-se ainda a presença de vegetação florestal nativa em áreas de preservação permanente em área rural.

As áreas degradadas estudadas são assim resultantes de processos tecnológicos decorrentes de obras de engenharia civil. As práticas executadas de terraplenagem intensa produziram alterações do meio físico com efeitos adversos para o uso planejado do solo.

A degradação do solo nessas áreas deve-se não apenas pela destruição da vegetação nativa e horizontes pedológicos dos solos, responsáveis pela regulação das condições hidrodinâmicas nas encostas dos morros, mas também pela perda das características em relação a usos possíveis, tanto os planejados quanto os potenciais.

A intervenção mais significativa em termos de impacto ambiental foi a movimentação de terra efetuada de forma expressiva, com a mudança significativa dos horizontes pedológicos e da geometria das encostas, através da construção de cortes e aterros de grandes extensões. As áreas degradadas podem ser facilmente observadas em campo e em vistas aéreas pela presença de ravinas de dimensões variadas, cicatrizes de escorregamento e depósitos tecnogênicos, evidências de processos geodinâmicos acelerados de escoamento superficial de erosão, movimento de massa e assoreamento respectivamente.



**Figura 1:** Localização da área de estudo, Bairro Fortaleza, Microbacia Córrego do Entulho, Loteamento Jardim Fortaleza (OLIVEIRA et al., 2009 apud MESQUITA, 2011).

**Figure 1:** Location of the study area, Fortaleza Neighborhood, Córrego do Entulho Watershed, Jardim Fortaleza Allotment (Oliveira et al., 2009 apud MESQUITA, 2011).

## CONDIÇÕES GEOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

A microbacia Córrego do Entulho é uma bacia hidrográfica de 2ª ordem na hierarquia de Strahler (1952, apud CHRISTOFOLETTI, 1980) que possui uma superfície de 222 ha e uma forma alongada no sentido norte-sul.

Apresenta um total de seis cabeceiras de drenagem bem delimitadas que se concentram na margem direita, e algumas feições côncavas como cabeceiras pouco desenvolvidas. As cabeceiras e os canais de drenagem demonstram claro condicionamento com as estruturas geológicas. Há canais que associam-se a uma direção de fratura no relevo com sentido SE-NW e outros que tendem a orientarem-se por lineamentos geológicos SW-NE. Assim, a drenagem possui um padrão dendrítico a paralelo, onde os canais tendem a apresentar confluências ortogonais.

A paisagem é representada por um sistema de relevo que localmente é composto por morros altos com planícies restritas, onde as cristas são alinhadas formando linhas de cumeada com topos estreitos e o vale é encaixado formando um típico perfil em "V". A amplitude máxima varia entre 810 e 1060 metros de altitude, as encostas apresentam declividades predominantes superiores a 45%, facilmente observadas nos trechos ainda não descaracterizados pela terraplenagem. Essas condições favorecem o escoamento intenso das águas pelas encostas em direção ao fundo de vale.

O substrato geológico é representado por rochas metassedimentares (filitos, xistos finos e formações ferríferas) com intercalações localizadas de rochas metavulcânicas (anfíbolitos) e um corpo granitóide. Essas rochas cristalinas promovem condições de baixa permeabilidade na microbacia também contribuindo para o escoamento superficial das águas pluviais.

O perfil climático dominante demonstram médias anuais próxima a 1500mm de pluviosidade e a 20°C de temperatura (Esta-

ção agroclimatológica UnG/INMET período de 1985 a 2008). As chuvas se distribuem entre os meses de setembro a maio, havendo ocorrências de chuvas torrenciais esperadas especialmente no verão (janeiro a março).

O clima, o relevo e o substrato geológico reinantes vão conferir para a microbacia uma situação que favorece a ocorrência de processos gravitacionais relacionados ao escoamento de águas pluviais nas encostas e fundos de vale.

A cobertura pedológica é constituída por Cambissolos associados a Latossolos Vermelho-Amarelos com textura argilosa, poucos espessos. O manto de alteração abaixo da cobertura pedológica exibe um solo saprolítico com dezenas de metros de profundidade. Este aspecto é relevante, pois, esse material com textura silte-micáceo compõe a grande proporção dos corpos de aterro utilizado no loteamento.

A degradação ambiental da microbacia deu-se especialmente por duas atividades: uma mineração de brita (Pedreira Basalto) e um projeto urbanístico (loteamento do Jardim Fortaleza). A implantação de ambas as atividades ocasionaram a remoção integral da vegetação e dos horizontes dos solos originais.

A mineração determinou a execução de escavações de grande porte que resultaram em uma ampla área de cava com rocha sã exposta em taludes verticais e superfícies de fundo com dezenas de hectares extensão.

Também de forma ampla foi à construção de aterros de rejeito, especialmente direcionados para as áreas baixas. A vegetação presente é restrita e há cortinas vegetais de eucalipto e áreas de gramíneas sobre taludes e outras superfícies.

A ocupação urbana estabelecida pela implantação do loteamento instaurou-se através de ampla e intensa terraplenagem, com a mobilização de volumes significativos de material terroso e rochoso das partes elevadas para os setores de baixa encosta e planícies fluviais, acarretando mudanças expressivas na geometria das encostas. Foram projetados milhares de lotes de 125m<sup>2</sup> numa situação de topogra-

fia adversa, tendo sido praticado o desbaste de quadras em grandes proporções para aplanar os terrenos e acomodar os lotes. A Figura 2 ilustra de forma esquemática esta situação.

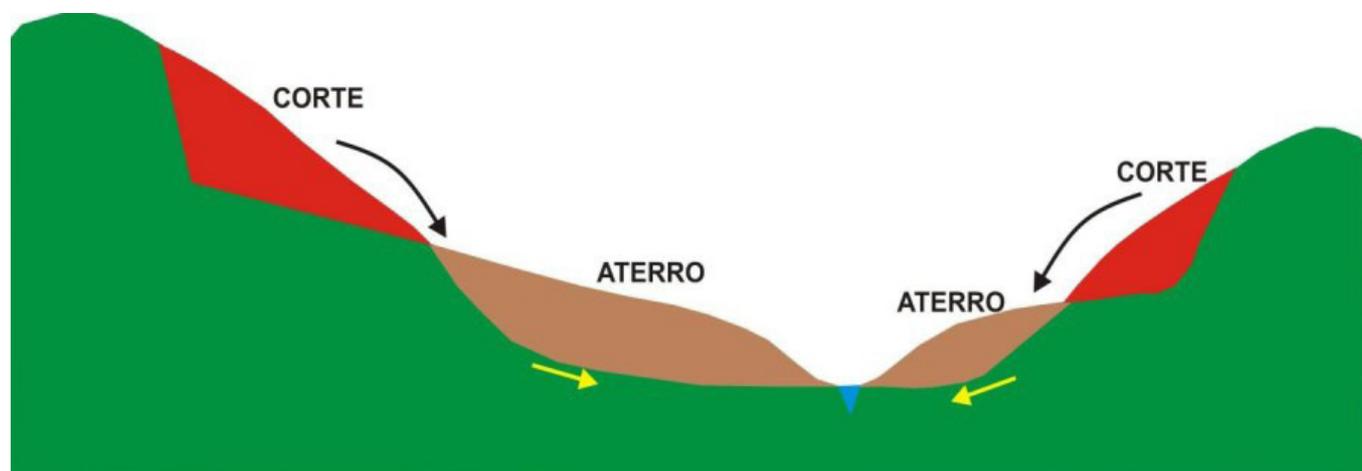
Tanto na mineração quanto no loteamento, a movimentação de terra/rocha ocasionou a profunda transformação no equilíbrio do sistema de encosta, especialmente nos processos relacionados à morfogênese, com destaque para a extinção da dinâmica com relação à precipitação sobre floresta/solo, fator de retenção no balanço entre a infiltração e o escoamento. Esta mudança é visível tanto nos terrenos com solo exposto com evidências de processos de erosão e movimento de massa, como nos terrenos impermeabilizados e canalizados, todos contribuindo para a mudança do papel regulador de escoamento da encosta para um sistema altamente drenante.

A descaracterização de três cabeceiras de drenagem por terraplenagem para implantação do loteamento, com a destruição integral

das nascentes e trechos de cursos d'água associadas a essas cabeceiras, são exemplos que denunciam a degradação ambiental ocasionada.

O volume significativo de chuvas que incide anualmente na região sobre os terrenos com solos expostos tem promovido à erosão acelerada e o assoreamento das drenagens. Este fato é de excepcional problemática nos aterros construídos com compactação inadequada. O material utilizado para os aterros obtidos da exploração dos solos saprolíticos abundantes, tem como característica textural serem siltosos de composição quartzosa, caulínica e micácea. Estes siltes, especialmente os derivados da alteração de rochas ácidas, correspondem em grande parte a caulínitas petrificadas que conferem a esses materiais propriedades peculiares (PASTORE, 1985).

A característica expansiva deste material implicava em medidas especiais de controle tecnológico na construção dos aterros.



**Figura 2:** Esquema ilustrativo das intervenções nas encostas da Microbacia Córrego do Entulho para a implantação do Jardim Fortaleza.

**Figure 2:** Schematic illustration of the interventions on the slopes of the Córrego do Entulho Watershed for Jardim Fortaleza deploying.

## MÉTODOS E TÉCNICAS EMPREGADOS

A avaliação das áreas degradadas foi efetuada através de métodos de cartografia geotécnica para a definição de um Mapa de Degradação Ambiental do Bairro Jardim Fortaleza. A fragilidade ambiental foi verificada na intensidade dos processos acelerados observados nas áreas degradadas que por sua vez estavam condicionados pelos diferentes setores do relevo e pelos tipos de materiais superficiais retrabalhados no uso e ocupação da terra.

Esta constatação permitiu a adoção da compartimentação fisiográfica proposta por Vedovello (2000) e procedimentos para a delimitação de elementos do terreno de Lollo (1996). A análise da fragilidade ambiental considerou os princípios norteadores da definição de unidades territoriais básicas propostas por Crepani (1996), baseadas no conceito de categorias morfodinâmicas que caracterizam a estabilidade das unidades da paisagem natural (TRICART, 1977).

Assim, o levantamento das áreas degradadas passou por uma análise inicial que considerou a existência de terrenos com diferentes graus de instabilidade potencial quanto a processos morfodinâmicos como erosão, movimentação de massa e assoreamento. A seguir a análise foi voltada para a verificação do grau de consolidação na mudança na cobertura do solo e sua relação com os terrenos degradados.

Os dados foram reunidos num banco de dados espaciais gerado num ambiente SIG (ArcGIS). A base cartográfica foi elaborada com ortofotos e levantamento planialtimétrico na escala 1:1.000 do ano 2008 em formato digital da Prefeitura Municipal de Guarulhos.

Os dados espaciais foram integrados ao banco pela introdução de planos de informação como de cobertura da terra na escala 1:25.000 (OLIVEIRA et al., 2009), dados cadastrais da Defesa Civil de Guarulhos (2010/2011) e dados de campo. Foram também gerados e integrados ao banco os planos de informação das

áreas de preservação permanente (Código Florestal Brasileiro), compartimentos fisiográficos e materiais superficiais. Os dados de cobertura da terra foram atualizados e adaptados para a finalidade do estudo.

Foi efetuada o cadastramento das evidências de processos morfodinâmicos (ravinas, cicatrizes de escorregamentos e deslocamentos, depósitos tecnogênicos fluviais) verificados como resultantes da indução antrópica que ocorrem de forma acelerada e de modo frequente, evidenciando situação notável de instabilidade do sistema encosta. Durante o reconhecimento de campo foram levantados os fatores preponderantes que condicionam os processos morfodinâmicos para auxílio no modelo de análise dos dados. Concomitantemente foi efetuada a fotointerpretação em fotos-aéreas para auxílio ao mapeamento cadastral.

Para a delimitação dos compartimentos fisiográficos e dos materiais superficiais foram utilizados pares estereoscópicos de fotos-aéreas do levantamento do ano de 2.000 na escala 1:5.000. Também para esse fim, um modelo digital de terreno (MDT) foi gerado através da base planialtimétrica com a utilização do aplicativo 3-D Analyst, módulo do ArcGIS.

### Compartimentação do relevo

A compartimentação e caracterização do relevo foi obtida através da delimitação e mapeamento de unidades e elementos de terreno. A identificação de homogeneidade e similaridade foi realizada em duas etapas:

1a.) Pela descrição das características geométricas gerais dos domínios morfológicos com base nas unidades de relevo existentes na área, realizada com o auxílio dos mapas morfológico (ANDRADE, 1999) e geomorfológico (OLIVEIRA et al., 2009), cujas características encontram-se no Quadro 1, e;

2a.) A compartimentação, foi determinada pela análise dos setores das encostas/fundo de vale

através de fotointerpretação e observação de um modelo 3-D na escala 1:1.000. Foi possível identificar cinco tipos de elementos de terreno. Esses setores do relevo foram tratados como superfícies que apresentam comportamento geodinâmico homogêneo.

As características geométricas desses estão descritas no Quadro 2.

Dessa forma, as encostas foram setorizadas em níveis diferenciados de instabilidade potencial quanto a processos de dinâmica superficial que indicam determinada fragilidade ambiental.

Empiricamente foi possível elaborar-se uma escala qualitativa de fragilidade ambiental, conforme sintetizado no Quadro 3.

**Quadro 1:** Características geométricas dos domínios morfológicos.

**Chart 1:** Geometrical characteristics of morphological domains.

DOMÍNIO MORFOLÓGICO	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS
MORROS (M)	Elevações com amplitudes superiores a 100 metros predominam declividades superiores a 45% e encostas convexo-retilíneas, subordinadamente côncavas. Os topos são agudos formando cristas alinhadas.
VALES (V)	Depressões profundas e fechadas com canais de padrão dendrítico a paralelo de 1ª e 2ª ordem.

**Quadro 2:** Características geométricas dos elementos de terreno.

**Chart 2:** Geometrical characteristics of the terrain elements.

ELEMENTO DE TERRENO	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS
CABECEIRA	Superfícies inclinadas em proeminente formato côncavo que podem atingir 60% de declividade
TOPO	Superfícies pouco inclinadas com perfil arredondado que se desenvolve numa linha de cumeada estreita, com valores inferiores a 10% de declividade
MÉDIA ENCOSTA	Superfícies inclinadas com perfis retilíneos à convexos com declividades superiores a 45% e rampas muito extensas
BAIXA ENCOSTA	Superfícies inclinadas com perfis convexos com até 45% de declividade ou retilíneos com até 10% de declividade, rampas pouco extensas
PLANÍCIE	Superfícies planas com inclinação predominante inferior a 5% de declividade

**Quadro 3:** Classificação da fragilidade ambiental com base nos setores das encostas e fundos de vale.

**Chart 3:** Classification of environmental fragility based on sectors of the slopes and valley bottoms.

SETORES DAS ENCOSTAS E FUNDOS DE VALE	FRAGILIDADE AMBIENTAL
CABECEIRAS	MUITO ALTA
TOPOS	ALTA
MÉDIAS ENCOSTAS	MÉDIA
BAIXAS ENCOSTAS	BAIXA
PLANÍCIES	MUITO ALTA

As cabeceiras possuem uma fragilidade muito alta quanto a processos de dinâmica superficial, pois, além de possuírem declividades elevadas, apresentam uma geometria côncava que promove localmente o escoamento superficial concentrado favorecendo processos de erosão acelerada e formação de enxurradas. A forma côncava também promove uma maior infiltração das águas pluviais no solo que pode desencadear movimentos de massa.

Outro aspecto muito relevante nas cabeceiras é que elas envolvem as nascentes naturais de água que são protegidas por legislação (APPs).

Os topos podem ser considerados como áreas de fragilidade alta pelo fato de ocorrerem nas porções mais elevadas dos terrenos onde tem o início o escoamento das águas pluviais e fornecimento de material para a base. Os topos apresentam solos mais rasos e, portanto mais frágeis, além da presença de áreas protegidas por legislação (APPs).

A fragilidade ambiental das médias e baixas encostas se diferenciam especialmente pelas características das superfícies inclinadas predominantes em cada uma delas e também

em função da posição em relação à base da elevação o que determina diferentes influências no escoamento superficial.

Por fim, as planícies possuem uma fragilidade ambiental muito alta especialmente pelo fato de corresponderem ao leito maior ou menor de escoamento das águas fluviais, possuindo uma dinâmica muito delicada de equilíbrio hidráulico. As planícies recebem e depositam, e também estão na passagem do fluxo de material produzido e transferido das encostas.

### Materiais superficiais

O levantamento dos materiais superficiais foi gerado por meio do mapeamento de campo e fotointerpretação, com o objetivo de reconhecer áreas que mantêm solo residual preservado, as áreas que apresentam aterros, as que possuem solos de alteração de rocha (SAR) e as áreas que possuem depósitos de assoreamentos.

A síntese das características geotécnicas dos materiais superficiais são apresentadas no Quadro 4.

**Quadro 4:** Características geotécnicas dos materiais superficiais.

**Chart 4:** Geotechnical characteristics of surface materials.

MATERIAIS SUPERFICIAIS	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
ATERRO	Material incoerente com níveis variados de compactação no geral baixa predomina textura franca siltosa, são micáceos. As camadas de aterro podem ser heterogêneas com níveis formados por fragmentos de rocha (principalmente xisto e filito). Muito erodíveis e sujeitos a escorregamentos.
SOLO DE ALTERAÇÃO DE ROCHA – SAR	Rocha muito alterada, pouco coerente a medianamente coerente, textura predominante franca siltosa (xistos e filitos) e, subordinadamente franca arenosa (granitóides e formação ferrífera). Sujeitos a deslocamentos.
SOLO RESIDUAL	Solo incoerente de textura franca argilosa com presença de minerais primários, pouco espessos (1-1,5 metros) em termos pedológicos classificados como cambissolos.
ASSOREAMENTO	Material muito incoerente com textura silte-arenosa (areia fina) depositados em bancos descontínuos, com presença de detritos. Dinâmica frequente de transporte e deposição de partículas.

A análise do sítio geomorfológico no loteamento Jardim Fortaleza permite observar uma situação natural onde os solos residuais lateríticos são muito escassos, enquanto que os solos de alteração de rocha (SAR) são muito abundantes, dado o aprofundado perfil de intemperismo com dezenas de metros.

Os solos residuais são predominantemente argilosos, pouco profundos e muito escassos. A estrutura geral observada em perfis de corte demonstra um solo do tipo Cambisol. É de fácil constatação que este solo residual confere maior estabilidade a erosão nas encostas, especialmente quando a cobertura vegetal está presente. A composição textural e mineralógica, a coesão e a compacidade desse tipo de solo mantém uma efetiva proteção das superfícies dos terrenos quanto ao processo de erosão.

O reconhecimento de campo dos materiais superficiais permitiu verificar que não houve material adequado (residual) para obras de terra nos volumes solicitados, tendo sido então produzido quase que todo o volume de material para aterro a partir do SAR.

A escavação e desmonte do SAR produziram um material com as características texturais e mineralógicas dos solos de alteração das rochas presentes. Em alguns casos, a desagregação no desmonte não foi homogênea, fragmentando as partículas em dimensões variadas.

Os aterros observados na área foram então construídos predominantemente com material silteoso e micáceo, compactados de forma deficiente (material com características expansivas). De forma geral, materiais dessa origem demonstram-se altamente erodíveis (SANTOS e NAKAZAWA, 1992; ANDRADE, 1999), favorecendo processos complexos que relacionam erosão e movimento de massa.

Os cortes profundos efetuados em rocha resultaram em taludes verticalizados que expõem o SAR, com situações de movimento de massa do tipo deslocamento.

O material resultante da erosão, especialmente dos aterros produziram depósitos de

assoreamento, formado por partículas de silte e areia fina, incluindo fragmentos de rocha e detritos da atividade antrópica. Os depósitos de assoreamento localizados nas planícies e porções baixas das encostas, são indicadores mais evidentes da degradação ambiental da microbacia, revelando a erosão presente nas encostas e, por outro lado, modificando a forma e a funcionalidade dos canais das águas correntes.

Em síntese, os materiais superficiais observados podem ser relacionados a duas situações ambientais onde de forma geral, as áreas de aterro, solo de alteração de rocha e assoreamento, todas refletem situações de elevada alteração do meio físico que modificaram o equilíbrio natural anteriormente reinante no sistema, indicando degradação ambiental e, por outro lado, onde há solo residual, a degradação é baixa ou inexistente.

### **Unidades Básicas de Compartimentação**

As Unidades Básicas de Compartimentação – UBCs foram obtidas através do cruzamento entre os compartimentos do relevo e a distribuição dos materiais superficiais gerando a classificação demonstrada no Quadro 5, onde a primeira letra corresponde ao domínio morfológico, a segunda ao setor da encosta/fundo de vale e a terceira a composição do material superficial.

### **MAPA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DO BAIRRO JARDIM FORTALEZA**

Para a definição das classes de degradação foram considerados os seguintes fatores relacionados a instabilidade potencial do relevo (fragilidade ambiental), neste caso associada a qualidade dos materiais superficiais (vulnerabilidade geotécnica), e o grau de consolidação da cobertura da terra (recuperação do solo e vegetação ou reabilitação de terrenos).

A instabilidade potencial e a qualidade dos materiais superficiais foram sintetizadas na unidades básicas de compartimentação e o

grau de consolidação da cobertura da terra no Mapa de Cobertura da Terra.

O Mapa de Degradação Ambiental (Figura 3), foi elaborado através do cruzamento

das informações obtidas pelas unidades básicas de compartimentação (UBCs) com a cobertura da terra cujas classes estão demonstradas no Quadro 6.

**Quadro 5:** Síntese das Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs).

**Chart 5:** Summary of the Basic Partitioning (UBCs).

DOMÍNIO MORFOLÓGICO	SETOR DA ENCOSTA E FUNDO DE VALE	UBCs
MORROS (M)	CABECEIRA (MC)	MCA – ATERROS MCR – SOLOS DE ALTERAÇÃO DE ROCHA (SAR) MCS – SOLOS RESIDUAIS
	TOPO (MT)	MTA – ATERROS MTR – SOLOS DE ALTERAÇÃO DE ROCHA (SAR) MTS – SOLOS RESIDUAIS
	MÉDIA ENCOSTA (MM)	MMA – ATERROS MMR - SOLOS DE ALTERAÇÃO DE ROCHA (SAR) MMS – SOLOS RESIDUAIS
	BAIXA ENCOSTA (MB)	MBA – ATERROS MBR - SOLOS DE ALTERAÇÃO DE ROCHA (SAR) MBS – SOLOS RESIDUAIS
VALES (V)	PLANÍCIE (VP)	VPA – ATERROS VPD – ASSOREAMENTOS

**Quadro 6:** Características das classes de cobertura da terra.

**Chart 6:** Characteristics of land cover classes.

CLASSES	CARACTERÍSTICAS
Área residencial – Favela	Ocupação precária sem infraestrutura adequada, densidade de ocupação muito alta, superfícies livres e solos expostos com depósitos de resíduos e escoamento superficial de águas pluviais.
Área residencial não consolidada	Ocupação ordenada com infraestrutura incompleta, densidade de ocupação alta com superfícies livres e solos expostos.
Área residencial consolidada	Ocupação ordenada, com infraestrutura presente, densidade de ocupação alta recobrimdo toda a superfície do solo.
Vegetação rasteira	Porte herbáceo (gramíneas), cobertura parcial das superfícies, indica aterro, SAR e solos de assoreamentos.
Vegetação arbórea	Porte arbóreo (Mata Atlântica e reflorestamento), cobertura fechada do solo, áreas preservadas ou recuperadas.
Mineração	Intensa movimentação de terra e rocha com superfícies expostas.



A classificação das áreas degradadas estabelecidas foi a seguinte:

**Degradação Muito Alta (Figuras 4 e 5):**

- todos os setores de APPs que apresentam uso da terra ou com áreas de cobertura vegetal degradada do tipo rasteira;
- setores de topos com exposição de SARs onde se encontram taludes de cortes com deslocamentos;

- setores de cabeceira com aterros ou exposição de SARs em forma de cortes ocupadas por áreas residenciais precárias (Favelas) apresentando escorregamentos em aterros e áreas de risco;
  - setor de planície com depósitos de assoreamento ou aterros;
  - Áreas relacionadas à mineração.
- Obs.: Em todas essas situações ocorrem superfícies cobertas por vegetação rasteira rarefeita.



**Figura 4:** Deslocamento em abertura de arruamento (MESQUITA, 2010).  
**Figure 4:** Peeling in open street (MESQUITA, 2010).



**Figura 5:** Escorregamento em área de ocupação irregular (MESQUITA, 2010).  
**Figure 5:** Slip into irregular footprint (MESQUITA, 2010).

**Degradação Alta (Figuras 6 e 7):**

- setores de cabeceira, média e baixa encosta com aterros ou exposição de SARs ocupadas por áreas residenciais não consolidadas, apresentando escorregamentos e ravinas;
- setores de média encosta com aterro ou SAR

- cobertos por vegetação rasteira, apresentando escorregamentos e ravinas;
- setores de baixa encosta com aterro e vegetação rasteira, apresentando ravinas;
- setor de planície com aterros e ocupação residencial não consolidada.



**Figura 6:** Escorregamento em área de ocupação irregular (MESQUITA, 2010).  
**Figure 6:** Slip into irregular footprint (MESQUITA, 2010).



**Figura 7:** Área de boçoroca e escorregamento (MESQUITA, 2010).  
**Figure 7:** Ravine and slipping area (MESQUITA, 2010).

**Degradação Média (Figura 8):**

- setores de cabeceira com aterros ou exposição de SARs apresentando ocupação residencial consolidada;
- setor de planície com aterros e ocupação residencial consolidada.

**Degradação Baixa (Figura 9):**

- setores de topo com exposição de SARs e

- vegetação arbórea;
- setores de cabeceira com aterro ou SAR e vegetação arbórea;
- setores de média e baixa encosta com aterros ou exposição de SARs contendo ocupação residencial consolidada;
- planície com aterro e ocupação residencial consolidada ou vegetação arbórea;
- as áreas com vegetação arbórea recomposta representam terrenos onde vem ocorrendo a recuperação ambiental de forma espontânea.



**Figura 8:** Planície com aterro e ocupação residencial consolidada (MESQUITA, 2010).

**Figure 8:** Plain with landfill and consolidated residential occupancy (MESQUITA, 2010).



**Figura 9:** Área de baixa e media encosta com aterro, ocupação residencial e vegetação (MESQUITA, 2010).

**Figure 9:** Low and medium hillside area with landfill, residential occupancy and vegetation (MESQUITA, 2010).

**Degradação Muito Baixa (Figura 10):**

- quando predomina a vegetação arbórea recomposta nas porções médias e baixas das encostas, e nas planícies, seja com a presença de aterros ou exposição de SARs.

**Degradação inexistente (Figura 11):**

- onde o solo residual e a vegetação arbórea estão preservados em todas as situações de encosta e fundo de vale.



**Figura 10:** Presença de vegetação em área de aterro (MESQUITA, 2010).  
**Figure 10:** Presence of vegetation in the landfill area (MESQUITA, 2010).



**Figura 11:** Área de vegetação arbórea ainda preservada (MESQUITA, 2010).  
**Figure 11:** Preserved arboreal vegetation area (MESQUITA, 2010).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ressaltar que os processos de dinâmica superficial identificados para essa microbacia relacionam-se diretamente com as formas de relevo tanto original quanto alteradas, sendo as litologias coadjuvantes nesses processos. Nessa microbacia devido a expressiva movimentação de terra por terraplenagem, o perfil de alteração superficial das rochas acabam por funcionar como área fonte de material para construção de aterros, bem como áreas onde se assentam diretamente a construção urbana. Dessa forma, são mais relevantes as características geotécnicas desses materiais do que a sua classificação litológica, fato que conduziu ao mapeamento de materiais superficiais em detrimento do geológico.

O nível de detalhe exigido diante da complexidade de áreas com paisagens profundamente alteradas, conduziu ao zoneamento de áreas homogêneas que apresentam-se com diferentes classes de degradação qualificadas de forma gradual, desde muito alta até inexistente.

Os resultados obtidos comprovam que a área estudada encontra-se degradada, em função de uma urbanização com alta densidade de ocupação em área de morros e vales, terrenos onde o meio físico demonstra ser muito frágil para esse tipo de solicitação. Um projeto adequado de parcelamento do solo nessas condições deveria considerar um padrão de adensamento baixo e diferenciado, que acompanhasse os diferentes setores do relevo, evitando a movimentação de terra de forma extensa.

As principais ocorrências de processos geológicos observados correspondem à degradação de solos por erosão e por movimento de massa, incluindo o assoreamento dos fundos de vale. Destaca-se também a ocupação de áreas de preservação permanentes verificadas tanto em topos de morros, quanto em margens de córregos e nascentes.

O método aplicado, o fisiográfico, demonstrou ser eficaz para o mapeamento

das áreas degradadas tendo-se a observação que o modelo de implantação do loteamento Jardim Fortaleza tenha se dado através de expressiva movimentação de terra por terraplenagem. Tal fato alterou profundamente os perfis e a composição das encostas, gerando setores aplainados por aterros e cortes onde se estabeleceram as áreas principais da ocupação. Também foram gerados taludes verticalizados associados às áreas de corte para produção de material de aterro nas porções elevadas das encostas. Ou seja, as principais superfícies ficaram horizontalizadas, modificando o perfil original do topo à base das encostas.

O método fisiográfico adotado no loteamento Jardim Fortaleza (Microbacia Córrego do Entulho), consistiu na delimitação dos diferentes setores das encostas com base nas observações da fotointerpretação e de campo, gerando o zoneamento em áreas que respondem de maneira semelhante com um mínimo de heterogeneidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. R. M. **Cartografia de aptidão para assentamentos urbanos do Município de Guarulhos**. 1999. 147p. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**, 2002.

CETESB, **DECISÃO DE DIRETORIA nº 148/2010/L.**, de 11 de maio de 2010. Dispõe sobre a orientação para a demarcação da área de preservação permanente de topo de morros, montanhas e linhas de cumeadas, definidas na alínea “d” do artigo 2º da Lei Federal 4771/65 e normatizada pela Resolução CONAMA 303/02, e dá outras providências.

- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: E. Blucher. 2a Edição. 1980. 188p.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. DE; AZEVEDO, L. G. DE; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. São José dos Campos, SP. 1996, 24p.
- DIAS, H.; LINO, C. F. **Águas e Florestas da Mata Atlântica: Por uma Gestão Integrada**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. 2003. 48p.
- LOLLO, J. A. **O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração de mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas**. 1996. Tese (Doutorado - EESC/USP), São Carlos.
- MESQUITA, M.V. **Degradação do Meio Físico em loteamentos nos Bairros Invernada, Fortaleza e Água Azul, como estudos de casos da expansão urbana do Município de Guarulhos (SP)**. 2011. 145p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- OLIVEIRA, A. M. S.; ANDRADE, M.R.M.; SATO, S.E.; QUEIROZ, W. **Bases Geoambientais para um Sistema de Informações Ambientais do Município de Guarulhos**. Guarulhos: Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Guarulhos, 2009. 4v. Mapas. (Relatório FAPESP- Processo 05/57965-1).
- PASTORE, E. L. **Contribuição ao estudo dos solos saprolíticos compactados derivados de rochas ácidas, com destaque às obras viárias**. São Paulo: ABGE, 1985. 44p.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARULHOS. **Dados Estatísticos e habitacionais do Município de Guarulhos**. 2010.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARULHOS. **Cadastro da Defesa Civil**. 2010/2011.
- ROSS, J. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: FFLCH-USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica-Geologia Aplicada- IPT/FAPESP-Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 1ª ed., 1997. 64p.
- SANTOS, S. A. D. **Tanque Grande: um espaço em transformação: estudo da região do Tanque Grande – Guarulhos, área de proteção de mananciais**. 2005. 150p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- SANTOS, A. R.; NAKAZAWA, V.A. **Erosão e assoreamento na RMSP**. In: Seminário Problemas Geológicos e Geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo:ABAS/ ABGE/ SBG-SP, 1992. p.177-194.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.
- VEDOVELLO, R. **Zoneamentos geotécnicos aplicados à gestão ambiental, a partir de Unidades Básicas de Compartimentação – UBCs**. 2000. 154p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro.