

## **EROSÃO DE SOLOS EM ÁREAS DE EXPANSÃO URBANA NO LITORAL NORTE DO MUNICÍPIO DE MACEIÓ – AL**

### **SOIL EROSION IN AREAS OF URBAN EXPANSION ON THE NORTH COAST OF THE MUNICIPALITY OF MACEIÓ-AL**

**Samuel Vitor Oliveira dos Santos<sup>1</sup>, Antonio Soares da Silva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGeo/UERJ  
Rua São Francisco Xavier, 524, Pavilhão João Lyra Filho, Bloco D - Sala 4015 - 4º andar, Maracanã, Rio de Janeiro, CEP: 20550-013 – Brasil  
E-mail: [samuel.viitor@gmail.com](mailto:samuel.viitor@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Professor Associado do Instituto de Geografia – IGEOG/UERJ  
Rua São Francisco Xavier, 524, Pavilhão João Lyra Filho, Bloco D - Sala 4015 - 4º andar, Maracanã, Rio de Janeiro, CEP: 20550-013 – Brasil  
E-mail: [asoares.uerj@gmail.com](mailto:asoares.uerj@gmail.com)

Recebido 17 de julho de 2020, aceito 21 de setembro de 2020.

DOI: <https://doi.org/10.26512/2236-56562020e40231>

#### **Resumo**

A presente pesquisa vem retratar os processos erosivos acelerados, que ocorrem em três áreas urbanas no litoral norte do município de Maceió, apresentando uma descrição de cada localidade, suas causas e consequências. Tendo como fator catalisador a expansão urbana e o desordenado uso e ocupação dos solos que, aliados às falhas no cumprimento do planejamento urbano e à precária fiscalização e monitoramento das áreas de preservação permanente, tendem a gerar uma aceleração do processo erosivo, ocasionando problemas, como movimentos de massa na região. Para o estudo da erosão foram feitas coletas de solos nas áreas estudadas, sendo realizadas em laboratório, análises físicas, químicas e micromorfológicas, com o intuito de caracterizar e descrever os solos da região para que, dessa forma, fossem apresentadas características que facilitem esse processo erosivo. Com isso foi possível alcançar os resultados, entre eles, cabe destacar o ponto que abrange o bairro de São Jorge, pois foi o que mais apresentou intervenções antrópicas e com isso um processo erosivo mais acelerado, devido as características apresentadas em seus solos, como um teor alto de areia e pouca quantidade de argila (são mais frágeis ao processo de erosão), além disso houve a retirada de grande parte da vegetação para a construção de uma estrada, agravando ainda mais o problema. Cabe agora a preservação de áreas verdes ainda existentes e a utilização de estudos que levem em conta as características dos solos para que, dessa forma, a apropriação e utilização dessas regiões sejam melhoradas.

**Palavras-chave:** processos erosivos, uso dos solos, micromorfologia de solos, áreas urbanas.

#### **Abstract**

This research reveals the accelerated erosive processes that occurs in three urban areas on the north coast of Maceió-AL. It presents a description of each location, its causes and consequences, in which the urban expansion and the land cover / land use of soils in a disorderly way act as a catalyst. Those, associated with failures to comply with urban planning and the precarious inspection of monitoring the

permanent preservation areas tend to generate an acceleration of the erosion process and raise issues, such as mass movements throughout the region. Regarding the erosion studies, soil samples were collected from the area studied and physical, chemical and micromorphological analyses were performed in the laboratory, in order to characterize and describe the soils of the region, so that it could be presented whether they have characteristics that facilitate this erosive process. Thus, it was possible to achieve the results, for instance, it is worth to highlight the “São Jorge” area, a neighborhood of Maceió presented more anthropic interventions and high accelerated erosion process due to the characteristics found in its soils, such as a large amount of sand and a small amount of clay, which are the most susceptible material to the erosion process. In addition, a large part of the vegetation was removed and a road was constructed, that which worsen the problem. It is now up to the preservation of green areas that still exist and the use of studies that take into account the characteristics of soils, so that in this way a better appropriation and utilization of these regions can take place.

Key words: erosive processes, land use, micromorphology of soils, urban areas.

## Introdução

Segundo estudos publicados por Valentin *et al.* (2005) e Wang *et al.* (2013), a erosão dos solos tem sido reconhecida como a principal causa da degradação de terra em todo o mundo, sendo a mesma um problema ambiental, econômico e social grave. Além da degradação da terra e perda de produtividade do solo, a erosão dos solos também ameaça à saúde da sociedade em geral e o desenvolvimento sustentável, especialmente, em zonas rurais. O fenômeno da erosão segundo Guerra e Jorge (2013) é formado por uma associação de vários agentes dinâmicos que agem de uma forma combinada com todos os processos de degradação da superfície terrestre, isso inclui: o intemperismo, transporte, ações mecânicas e químicas da água e de outros agentes erosivos responsáveis pela destruição das saliências do relevo.

Há uma discussão teórica sobre o conceito de erosão, mas é possível observar que as ideias se cruzam e completam-se, para Zachar (1982) o termo erosão do solo significa a destruição do mesmo pela ação da água, neve, gelo, vento, animais e homem; já Suguio (2003), a erosão ou gliptogênese (dos termos gregos glyptós = gravado + génesis = geração) é um fenômeno natural, no qual a superfície terrestre é desgastada ficando dessa forma exposta aos processos físicos, químicos e biológicos de remoção, que modelam a paisagem. Morgan (2005) trata a erosão do solo como um processo que ocorre em duas fases: a primeira consiste no desprendimento de partículas individuais do solo a partir da massa do solo e a segunda ao seu transporte por agentes erosivos.

Segundo Panagos *et al.* (2016), os principais fatores por trás da erosão do solo são: riscos geomorfológicos (superfícies heterogêneas, encostas íngremes), o risco climático (erosividade das chuvas, o aumento do número de dias secos combinados com tempestades fortes) e intervenções humanas (mudança de uso da terra, intensificação agrícola). A erosão acelerada

induzida por perturbações antrópicas tem efeitos drásticos sobre serviços dos ecossistemas e resulta em transformações significativas das paisagens (BHATTACHARYYA *et al.*, 2016).

A erosão age como um importante agente modelador da superfície terrestre, mas cabe lembrar que a susceptibilidade erosiva varia conforme a estruturação do terreno, isso caberá o tipo de atividade humana a ser desempenhada nesse solo (SALOMÃO, 2012; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2010). Este processo tornou-se um problema crítico que requer soluções que envolvam abordagens nas áreas físicas e socioeconômicas, devendo ser tomadas medidas que sirvam avaliar os impactos ambientais, que levem ao desenvolvimento de tecnologias de previsão e a implementação de políticas de conservação (GARCIA-RUIZ *et al.*, 2015).

Os processos erosivos ocorrem espontaneamente devido a dinâmica natural do planeta. Contudo, estas incidências têm suas ações aceleradas devido à relação do homem com o meio ambiente, através de atuações cada vez mais sofisticadas e pelo desenvolvimento técnico científico que intensifica suas ações. Desta forma, a intervenção antrópica interage com as ações naturais como clima, morfologia, vegetação e tipos de solos, formando um complexo caráter de agentes que influenciam na fisiografia do relevo (RANHE *et al.*, 2012).

Nas áreas urbanas, o descalçamento e o corte das encostas, para a construção de casas, prédios e ruas são umas das principais causas da degradação socioambiental, a desestabilização das encostas, feita pela construção de casas, tem provocado o desencadeamento de uma série de problemas socioambientais. Sendo estes problemas acentuados, devido à declividade das encostas, à maior facilidade do escoamento das águas, em superfície e em subsuperfície, à existência de descontinuidades nos afloramentos rochosos e nos solos, e às chuvas concentradas (GUERRA, 2011). O desafio é a união do desenvolvimento das cidades aliando a conservação dos solos, tendo como preocupação as atividades que são exercidas nos seus diferentes tipos. Para mitigar a intervenção humana como forma a barrar a erosão e melhorar a qualidade do solo, o aumento da erosividade da chuva pode ser compensado pela proteção ao solo com determinado tipo de vegetação, já que esta tem (em sua maioria) efeitos positivos sobre a resistência e proteção ao solo.

Na visão de Peloggia (2005), a ocupação urbana e a expansão periférica introduzem elementos perturbadores na topografia, decorrentes da apropriação indevida desse “novo ambiente”, o qual sofre transformações diante de sua originalidade; na cidade de Maceió, essa “perturbação” provocada nas encostas acarretada pelo fenômeno da expansão da cidade, funcionou como um catalisador, desestabilizando-as e acelerando o processo erosivo. Dentro desse contexto de expansão urbana, as pessoas mais vulneráveis do ponto de vista social e

econômico, tendem a estabelecer moradia nos lugares mais precários (SANTOS FILHO, 2007). No caso das áreas que foram estudadas, esses locais estão inseridos nas bordas ou sopé dos tabuleiros, com essa intervenção antrópica, os processos erosivos são acelerados e causam mais problemas a população.

O litoral norte do município de Maceió vem passando nos últimos anos por um intenso processo de transformação de sua paisagem, o principal evento responsável por essa expansão urbana, foi a desativação do lixão da cidade, que ficava localizado nessa região, com a abertura de estradas, facilitou a ocupação dos solos na área e também a especulação imobiliária. Com isso, ocorreu um aceleração dos processos erosivos nas encostas dos bairros de São Jorge, Jacarecica e Guaxuma, causando uma desestabilização nas encostas, localizadas neste eixo de expansão do município.

Este processo que vem ocorrendo no litoral norte é resultado da falta de espaço para novos empreendimentos em bairros de prestígios da orla de Maceió, como por exemplo, Ponta Verde, Pajuçara e Jatiúca. A opção por este novo eixo de expansão urbana se deve ao fato de que lá se encontrava um ambiente de natureza preservada e praias quase desertas. Além disso, na região foi liberada a construção de empreendimentos com até 20 pavimentos, já nos bairros anteriormente citados, a permissão chega a ser menos dessa metade. Tendo este cenário como pano de fundo, o trabalho teve por objetivo analisar os processos erosivos acelerados em encostas, resultantes da expansão urbana que vem ocorrendo nos bairros de São Jorge, Jacarecica e Guaxuma, localizados no litoral norte do município de Maceió, estado de Alagoas, caracterizando os solos dessas áreas e identificando os principais condicionantes da erosão.

## **Material e Métodos**

### **Área de Estudo**

O município de Maceió está localizado na parte central da faixa litorânea do estado de Alagoas (Figura 1). Ocupa uma área de, aproximadamente, 509,909 km<sup>2</sup> (dos quais 233 km<sup>2</sup> compõem a sua área urbana) com uma população de 1.013.773 de habitantes e uma densidade demográfica de 1.854,10 hab/km<sup>2</sup> sendo a grande Maceió formada por 1.210.941 habitantes (aproximadamente 39% do total estadual) (IBGE, 2015).

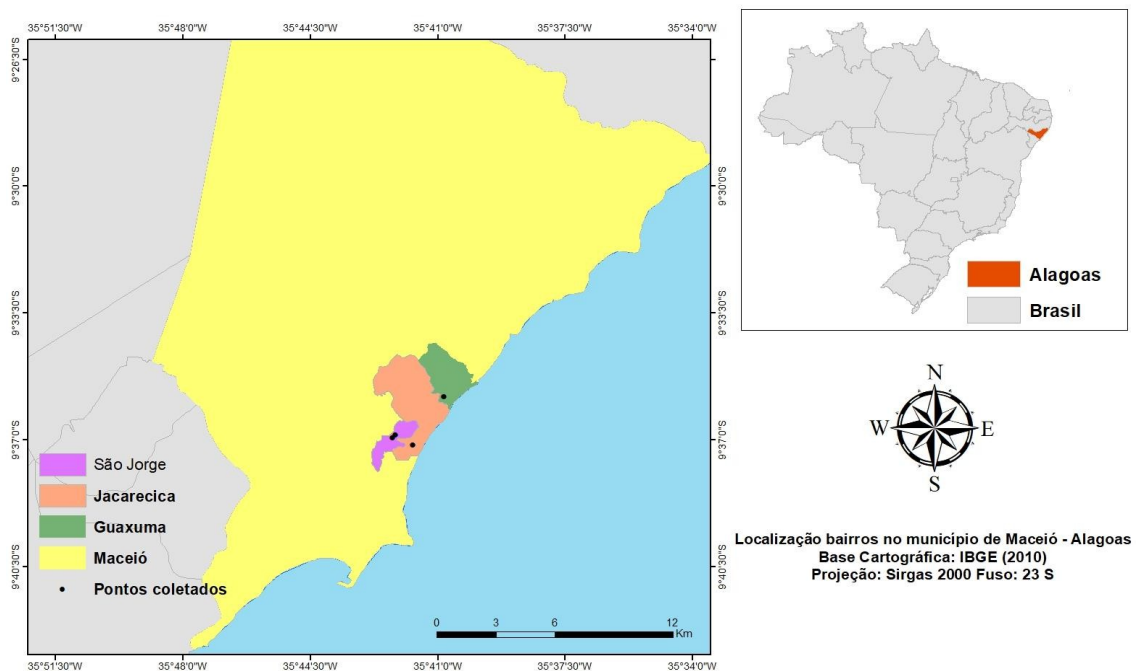


Figura 1: Localização de Maceió e dos bairros estudados na pesquisa. Fonte: IBGE, 2010.

A cidade de Maceió está assentada em um substrato geológico de origem sedimentar pertencente à Bacia Sedimentar Sergipe-Alagoas, uma estrutura geológica que apresenta uma área total de 27.000 km<sup>2</sup> e se estende por aproximadamente 300 km ao longo da margem atlântica brasileira (CPRM, 2014). Segundo Lima (2006), a evolução geológica de Maceió está associada à formação da planície costeira, durante o Paleógeno e Neógeno Inferior (sob influência das variações climáticas) e durante o Quaternário (sob influência das flutuações de nível do mar), evidenciadas nas variações da linha de costa e nas feições geomorfológicas.

O Grupo Barreiras estende-se pela faixa úmida costeira, comumente separando os sedimentos da planície litorânea, a leste, dos terrenos do Pré-Cambriano, a oeste, constitui os tabuleiros costeiros, morfologicamente muito uniformes, porém com grande variação quanto a granulometria dos sedimentos (EMBRAPA, 1975).

Para Rabelo (1987), os sedimentos do Grupo Barreiras, apresenta uma sequência de sedimentos afossilíferos, inconsolidados, diversificação de cores e granulometria variada (areia, silte, argila e conglomerado), com estratificação em geral, indistinta e irregular, a fácies é essencialmente clástica e a presença de óxidos de ferro condiciona o aparecimento de cores variadas nos sedimentos, formando, também, encrostamentos, dependendo das condições do local e deposição.

Estruturalmente em Maceió são encontradas três unidades geomorfológicas: Planície ou Baixada Litorânea, compreende a área de menor expressão espacial e de menor altitude, 0 a 10 m, de origem recente (quaternária), nela predominam as formas de acumulação marinha, fluvial, fluviomarinha, fluviolacustre e eólica, representadas por terraços, pontas arenosas, restingas, cordões litorâneos, ilhas fluviomarinhas, recifes e lagunas; Tabuleiros Costeiros, são uma superfície de agradação composta basicamente por terrenos plio-pleistocênicos, também conhecidos como Baixo Planalto Sedimentar Costeiro, apresenta relevo tipicamente plano com suaves ondulações e altitudes em geral inferiores a 100 m e o Maciço Cristalino da Saudinha, formada por um esporão granítico, profundamente dissecados em encostas com níveis entre 160 e 300 m, que corresponde a borda residual da porção meridional do Planalto da Borborema (LIMA, 1977).

Segundo CPRM (2014) e Embrapa (2005), no município de Maceió os solos predominantes são do grupo dos Latossolos Amarelos, que são solos desenvolvidos principalmente de sedimentos do Grupo Barreiras, com textura predominantemente média/argilosa; Argissolos, assim como os Latossolos apresentam bastante sedimentos do Grupo Barreiras, com textura variando de arenosa/média até média/muito argilosa; Gleissolos, são solos minerais, hidromórficos, desenvolvidos de sedimentos recentes não consolidados, de constituição argilosa, argilo-arenosa e arenosa e Neossolos Quartzarênicos, são solos minerais derivados de sedimentos arenoquartzosos do Grupo Barreiras e sedimentos marinhos apresentando textura arenosa.

### **Procedimento Metodológico**

Foram realizadas coletas de solos nos três pontos de pesquisa, nos bairros de Jacarecica (Ponto 1), São Jorge (Ponto 2) e Guaxuma (Ponto 3). As escolhas dos locais desses pontos, deram-se pelo fato que nessas áreas estavam ocorrendo um processo claro de expansão urbana (com obras públicas e privadas) e conseqüentemente gerando um processo acelerado de erosão, sem que houvesse uma intervenção para contenção ou remediação.

Foram feitas as seguintes distribuições com as amostras de solos coletadas (Quadro 1); 7 amostras para ensaios de granulometria e de Argila Dispersa em água; 4 amostras para Densidade (Aparente e Real) e 9 amostras para o estudo de micromorfologia de solos (sendo 2 horizontes com dupla coleta) para repetição, essas amostras eram muitos frágeis, era preciso garantir a chegada ao laboratório em perfeito estado, já que nesses dois horizontes o material

era muito arenoso, ocasionando uma fácil ruptura dos agregados, dificultando a coleta e o transporte da amostra.

Quadro 1: Locais e identificação dos horizontes de coletas.

Ponto	Bairro	Horizonte	Análises Realizadas
1	Jacarecica	A	Gr/ DA/ DP/ P/ ADA/ M
		B Amarelado	Gr/ ADA/ M
		B Avermelhado	Gr/ DA/ DP/ P/ ADA/ M
2	São Jorge	A	Gr/ DA/ DP/ P/ ADA/ M
		B	Gr/ DA/ DP/ P/ ADA/ M
		C	Gr/ ADA/ M (2 coletas)
3	Guaxuma	C	Gr/ ADA/ M (2 Coletas)

Legenda: Gr – Granulometria; DA – Densidade Aparente; DP – Densidade de Partículas; P – Porosidade; ADA – Argila Dispersa em Água; M – Micromorfologia. Fonte: O autor, 2016.

Na Figura 2a, temos o bairro de Jacarecica (Ponto 1), foi possível coletar as amostras em uma única encosta, devido a facilidade ao acesso que obtivemos de um morador, que permitiu o acesso até ao terreno aos fundos de sua residência, com isso os horizontes A e B foram coletados entre 1-150 cm de profundidade do solo. Já na (Figura 2b), temos o bairro de São Jorge (Ponto 2), as amostras dos horizontes A e B tiveram que ser coletadas do lado onde fica localizada uma casa, sendo preferencialmente escolhida pela facilidade ao acesso, no local já havia uma descaracterização da encosta por conta de obras sendo realizadas pelo morador da residência, a profundidade da coleta feita foi entre 1-130 cm. Já o horizonte C foi coletado do outro lado da encosta, já que estava totalmente exposto devido a obras de cortes para abertura de estrada.

Com relação à Figura 2c, temos o bairro de Guaxuma (Ponto 3), percebeu-se em campo que essa área estaria no mesmo nível topográfico dos pontos coletados anteriormente nos bairros de São Jorge e Jacarecica, fazendo parte, portanto, da mesma formação e material de origem dos demais, então não seria mais necessário fazer coletas de horizontes A e B, com isso aproveitamos para realizar coleta no horizonte C, aproveitando mais uma vez de cortes feitos na encosta para abertura de estradas.

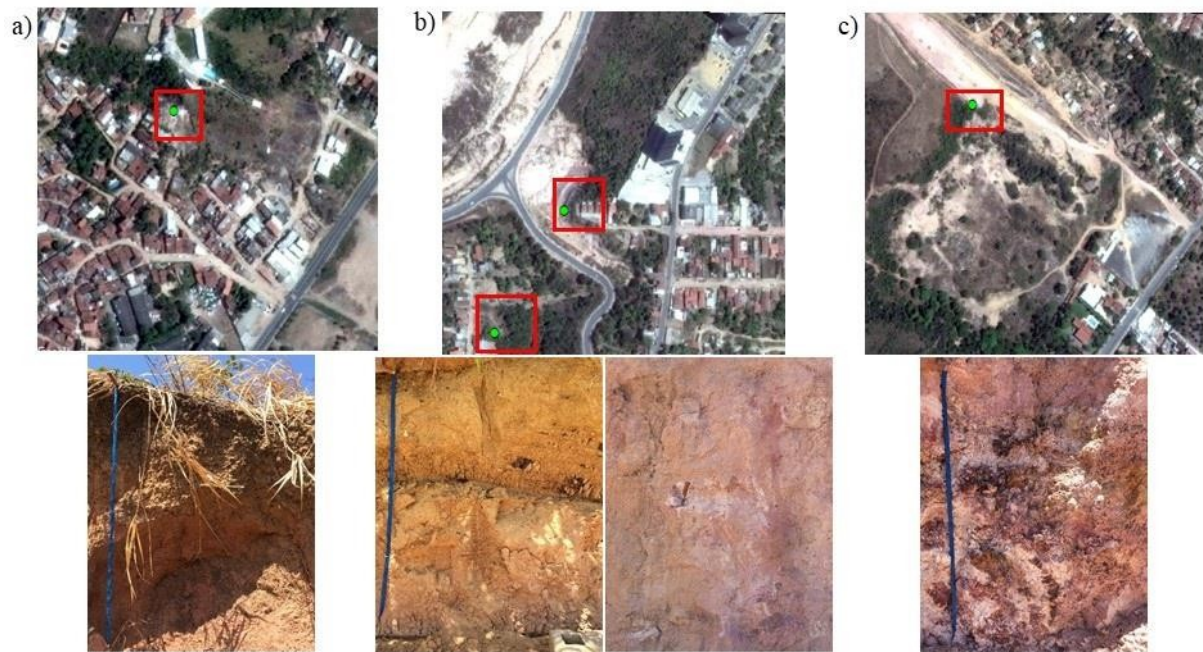


Figura 2 – Pontos coletados nos bairros estudados. a) Bairro de Jacarecica e o perfil coletado (Ponto 1); b) Bairro de São Jorge e o perfil coletado (Ponto 2); c) Bairro de Guaxuma e o perfil coletado (Ponto 3). Fonte: O autor, 2016.

As análises físicas dos solos (granulometria, densidade aparente e real, porosidade total, argila dispersa em água) foram realizadas no Laboratório de Geografia Física (LAGEFIS/UERJ), seguindo a metodologia do Manual de Métodos de Análise de Solos publicado pela Embrapa (1997). Já com relação à micromorfologia dos solos, a preparação das lâminas de solos e todas as etapas posteriores, foi utilizado o método usado por Castro (2008); no LAGEFIS ocorreu o processo de impregnação das amostras, no Laboratório Geológico de Preparação de Amostras (LGPA/UERJ) aconteceram os cortes em lâminas das amostras endurecidas de solo e as análises e descrições micromorfológicas foram feitas no Laboratório de Petrologia da Faculdade de Geologia da UERJ e no Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

## Resultados e Discussão

A Tabela 1 mostra os resultados da análise granulométrica e da argila dispersa em água. Observa-se que as amostras, em sua maioria, apresentam um alto teor de areia. Alguns resultados precisam ser destacados.

Tabela 1: Dados de Granulometria e da Argila Dispersa em Água das amostras de solo.



Ponto	Horizonte	Ensaio de Granulometria (g/kg)					Argila Dispersa em Água	
		Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila	Grau de Flocculação (%)
1	A	693	418	275	2	305	176	42,29
	B Amarelado	448	267	181	93	459	312	32,02
	B Avermelhado	607	424	183	71	322	269	16,45
2	A	597	341	256	69	334	378	-8,08
	B	659	282	377	44	297	2	99,32
	C	732	662	70	11	257	9	96,49
3	C	304	172	131	493	203	9	95,56

Fonte: O autor, 2016.

No Ponto 1, o horizonte A apresentou um teor de silte muito baixo (2 g/kg), sendo esse perfil composto majoritariamente por areia grossa, seguido por argila; com relação ao horizonte B, na mesma área, observou-se uma maior quantidade de argila (459 g/kg), sendo esse valor maior que o total da fração areia encontrada nesse horizonte. A Figura 3a apresenta a concentração de grãos do esqueleto de maior diâmetro no horizonte A (Ponto1), concordando com os resultados da granulometria, que apontam uma maior quantidade da fração areia grossa neste horizonte, facilitando a infiltração da água no perfil. O horizonte B apresenta maior quantidade de argila, pode ser observado na presença de plasma. Neste horizonte o plasma cimenta o esqueleto (distribuição relativa porfirica) criando menos espaços porosos que permitam a circulação mais fácil da água. No centro da foto, é perceptível a presença de um poro fissural com orientação horizontal (Figura 3b). Este poro fissural se desenvolveu em uma zona onde o plasma apresenta uma diferenciação do restante do fundo matricial, indicando alguma remobilização de matéria dentro do solo.

Estas variações no plasma podem ser originadas a partir de cutãs ou da perda de ferro. A presença de pequenos volumes escuros pode indicar zonas de concentração de ferro separado das argilas e remobilizado. Como consequência deste processo tem a fissuração de argilas e o aumento da densidade dos solos, devido a maior concentração de matéria nos poros por onde circulam ferro e argila (iluviação).

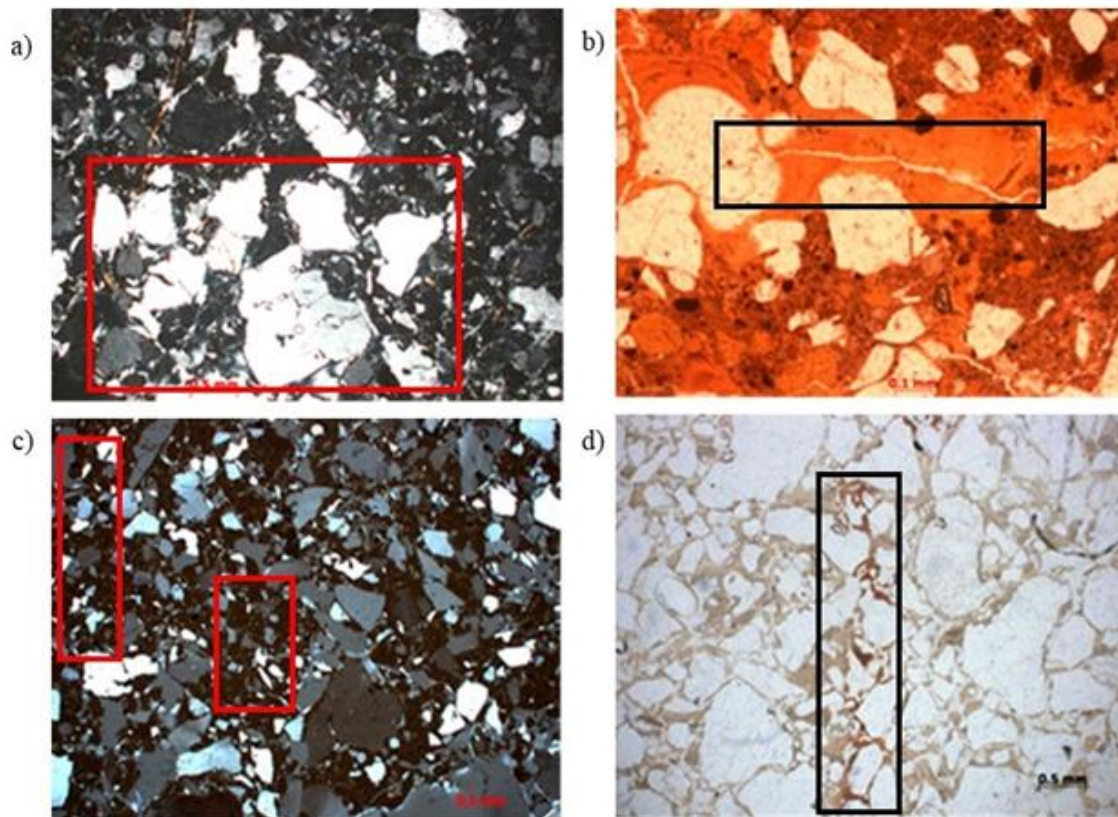


Figura 3 – Fotomicrografias dos horizontes dos perfis dos solos coletados. a) Horizonte A (Ponto 1); b) Horizonte B Amarelado (Ponto 1); c) Horizonte B (Ponto 2); d) Horizonte C (Ponto 2). Fonte: O autor, 2016.

No Ponto 2 observa-se a predominância da fração areia em todos os horizontes, no entanto, destaca-se a quantidade de areia fina (377 g/kg) presente no horizonte B, sendo essa em quantidade maior que a da areia grossa. Esse foi o único horizonte a apresentar um resultado com essa característica. Esse ponto, atualmente é um dos que mais apresentam problemas relacionados à erosão acelerada. Houve um processo de interferência nas encostas, devido à expansão urbana (construção de estradas e residências) nessa região. Com esses resultados obtidos em laboratório, compreende-se o porquê de parte dos problemas encontrados nessa região, devido a sua pouca resistência ao processo erosivo.

Na Figura 3c é possível visualizar a participação de grãos do esqueleto de menor diâmetro no horizonte B. Na Figura 3d, correspondente ao horizonte C, há um predomínio de grãos com maiores diâmetros. Neste perfil de solo, as características granulométricas e micromorfológicas permitem deduzir que a circulação da água é mais fácil, pois não foram observadas estruturas que venham causar impedimentos à circulação vertical da água, há pequenas zonas de plasma mais ferruginoso indicando o início do processo de oxidação do ferro.

No Ponto 3, no horizonte C (saprólito) é possível encontrar uma quantidade maior de silte se comparado especialmente com o horizonte C do Ponto 2, assim como com os demais horizontes de outras áreas, a quantidade de silte é até superior a quantidade da fração de areia total. Na Figura 4a observa-se a existência de partículas muito pequenas dispersas no horizonte, concordando com os resultados obtidos na granulometria, são muito poucos os grãos de maior diâmetro no esqueleto, é possível visualizar um material bem fino na lâmina.

Segundo Kiehl (1979), solos arenosos tendem a apresentar densidades com valores baixos, porém, quando têm uma grande quantidade de areia fina, é mais fácil ocorrer o processo de adensamento, isso pode explicar o que acontece no horizonte B (Ponto 2), os valores na granulometria apontaram ocorrer uma maior fração areia fina nesse horizonte. Lembrando que no Ponto 1 o horizonte B apresenta distribuição relativa porfírica com presença de porosidade fissural (Figura 4b), em destaque a presença de diversos poros fissurais na lâmina. Isto está de acordo com os dados de densidade aparente e porosidade total apresentados.

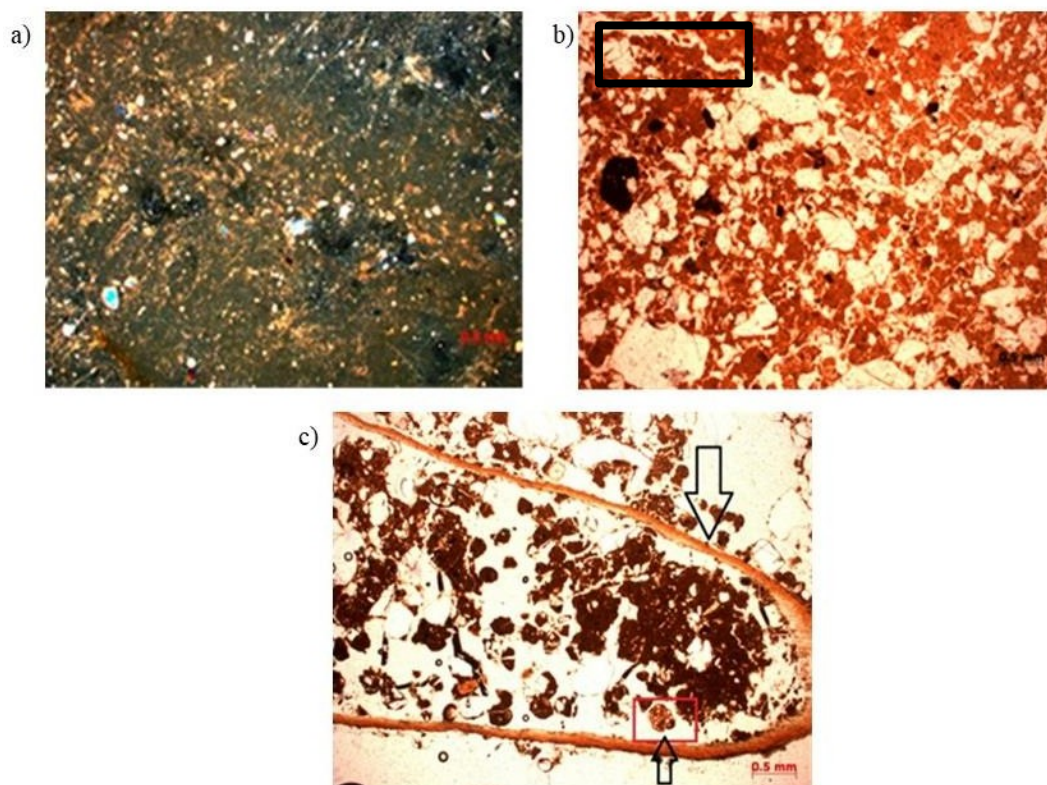


Figura 4 – Fotomicrografias dos horizontes dos perfis dos solos coletados. a) Horizonte C (Ponto 3); b) Horizonte B (Ponto 1); c) Horizonte A (Ponto 1). Fonte: O autor, 2016.

Alguns dos poros possuem origem biológica, apesar de ser uma área de expansão urbana, na Figura 4c observa-se a presença de pedotúbulos, que são poros que foram preenchidos por material distinto ou similar ao do horizonte. Nota-se que estes espaços vazios possuem maior funcionalidade e facilitam a circulação de água no solo, fazendo que o processo de infiltração

aconteça de forma mais rápida. Nota-se na Figura 4c que a seta na parte superior, aponta para o pedotúbulo visível no horizonte, já a seta de baixo destaca o material de preenchimento descontínuo, que é de origem vegetal.

Os resultados apresentados no Grau de Floculação das Argilas (GF), usando como referência o índice utilizado pela Embrapa (1997), que quanto mais próximo a 100% o (GF), maior é a resistência do solo ao processo erosivo, consequentemente, quanto mais distante dos 100%, menos resistentes serão. Observou que nesses horizontes (Ponto 1), são susceptíveis à erosão, já que os valores GF estão entre 42,29% e 16,45%. Já no Ponto 2, o resultado de GF indica uma alta resistência à erosão nos horizontes B e C, assim como no horizonte C da Área 3 (Guaxuma) A exceção é observada no horizonte A do Ponto 2, com valor negativo de GF (-8,08%). Com esse resultado, esse horizonte torna-se o mais susceptível a erosão, dentre os demais horizontes estudados nesse trabalho.

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos das densidades dos solos e consequentemente a sua porosidade total. Para Kiehl (1979), as amplitudes de variação das densidades aparentes estão dentro dos seguintes limites médios: solos argilosos (1,00 a 1,25 g/cm<sup>3</sup>), solos arenosos (1,25 a 1,40 g/cm<sup>3</sup>), solos húmiferos (0,75 a 1,00 g/cm<sup>3</sup>) e solos turfosos (0,20 a 0,40 g/cm<sup>3</sup>). Ainda segundo o autor, em média, a porosidade dos solos arenosos varia de 35% a 50% e a dos argilosos de 40% a 60%.

Tabela 2: Densidade dos Solos nos horizontes (Áreas 1 e 2)

<b>Pontos</b>	<b>Horizontes</b>	<b>DA (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>DP (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Porosidade Total %</b>
1	A	1,68	4,01	2,49	48,31
	B Avermelhado	1,92	7,97	2,65	38,07
2	A	1,84	4,93	2,52	36,72
	B	1,84	7,19	2,66	44,79

Fonte: Autor, 2016.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, o horizonte A do Ponto 1 apresentou a menor densidade aparente e de partículas entre todos os demais horizontes, 1,68 e 2,49, respectivamente, apontando ser também o horizonte com a maior porosidade total. O horizonte B avermelhado (Ponto 1), mesmo apresentando o valor mais alto entre as densidades, possui uma porosidade maior (38,07%) que o horizonte A do Ponto 2, que apresentou um valor de 36,72% de porosidade total.

Quanto aos resultados dos demais horizontes, por se tratar de áreas de expansão urbana, os solos da região já não estão preservados originalmente, já que nos Pontos 1 e 2 houve processos de cortes nas encostas para abertura de estradas e de residências, com isso ocorreram processos mecânicos de compactação nos solos, dessa maneira, descaracterizando-os.

A porosidade total dos horizontes apresentou valores que, segundo Kiehl (1979), estão dentro dos esperados para os solos arenosos, com resultados entre 36% e 48%. Quanto mais profundo o horizonte, menor será a sua porosidade, devido ao processo de adensamento natural existente.

A Tabela 3 apresenta os valores do teor de matéria orgânica e os pH de cada horizonte. A matéria orgânica no solo é definida como sendo os materiais vegetais e animais crus, em fase de decomposição, já a reação ácida dos solos desenvolve devido à remoção de bases pelas plantas e pela água de percolação, permitindo que o hidrogênio deste líquido tome os lugares, por troca, das bases que vão sendo removidas (KIEHL, 1979).

Tabela 3: Valores da Matéria Orgânica e pH dos solos

<b>Pontos</b>	<b>Horizontes</b>	<b>Matéria Orgânica (%)</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez</b>
1	A	2,58	6,24	Fraca
	B Amarelado	0,66	5,99	Média
	B Avermelhado	0,3	5,61	Média
2	A	1,56	5,91	Média
	B	0,34	4,94	Elevada
	C	0,11	5,06	Média
3	C	0,27	5,45	Média

Fonte: O autor, 2016.

Para Lavee e Pariente (2003), a matéria orgânica do solo afeta na agregação e consistência, capacidade de retenção de água no solo e capacidade de tamponamento, estabilizando os valores de pH. A velocidade de decomposição da matéria orgânica está condicionada a alguns fatores, entre os quais se tem o teor de água e pH. Apesar de que a matéria orgânica esteja presente no solo em pequenos percentuais, em torno de 2% a 6%, ela influencia em suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Os horizontes A dos Pontos 1 e 2 apresentaram os maiores teores de matéria orgânica, como já era esperado, por se tratar de horizontes superficiais, no entanto, vale destacar que a maior quantidade de matéria orgânica no horizonte A do Ponto 1, pode estar relacionada a

vestígios de queimada recente no local do perfil de solo. Esse fato pode justificar a diferença obtida entre os horizontes A dos Pontos 1 e 2.

Já com relação ao pH, com exceção do horizonte A (Ponto 1) que apresentou acidez fraca, o horizonte B (Ponto 2) apontou uma acidez elevada, os demais apresentaram uma acidez média. Os solos ácidos apresentam-se como mais susceptíveis ao processo erosivo, são comuns em regiões onde a precipitação é elevada, removendo por lixiviação contínua as bases trocáveis do complexo coloidal dos horizontes superiores, deixando assim em substituição os íons hidrogênio (KIEHL, 1979).

Finalizando, os resultados das análises dos solos nos Ponto 1 (Jacarecica), Ponto 2 (São Jorge) e Ponto 3 (Guaxuma) apontaram resultados que caracterizam esses solos como vulneráveis ao processo erosivo, por apresentarem principalmente, uma textura arenosa, que não favorece uma boa estabilidade dos agregados. A micromorfologia possibilitou visualizar as organizações dos constituintes do fundo matricial que resulta no solo do Ponto 1, a algum impedimento à circulação da água, enquanto que no Ponto 2, favorece à circulação vertical.

A exposição do horizonte C no Ponto 2 pode ser um dos responsáveis pela elevada quantidade de detritos na estrada que corta esta área, favorecendo inclusive à ocorrência de movimentos de massa. Pode-se concluir que os solos mais vulneráveis ao processo erosivo foram os encontrados no Ponto 2, Ponto 1 e Ponto 3 respectivamente.

As exposições dos solos aos agentes intempéricos facilitaram a erosão hídrica, ampliando o volume de solo removido das encostas, vindo inclusive a causar alagamentos em algumas regiões. Como são solos de áreas urbanas, e alguns já se encontrem bastante descaracterizados, os resultados mais elevados de densidade aparente indicam que esses solos não fazem adequadamente o processo de infiltração da água no perfil, vindo a gerar um maior volume de água para o escoamento superficial.

### **Considerações Finais**

Os processos erosivos tendem a acontecer de forma natural sob a superfície terrestre, porém são potencializados com a interferência do homem na paisagem. A expansão urbana estimula a diminuição de áreas verdes na cidade e com a retirada da cobertura vegetal, os solos ficam expostos tornando-se vulneráveis aos impactos causados pelas chuvas torrenciais. Como resultado, acelera a desagregação dos solos e o conseqüente transporte e deposição.

Em Maceió, nota-se que esses eventos aumentaram em regiões que estão inseridas nos projetos de expansão urbana, principalmente no litoral norte da cidade. Essas obras aumentam

o fluxo de moradores, por conta da facilidade de mobilidade advinda das mesmas, gerando uma demanda residencial maior. Cabe aqui ressaltar a importância em conhecer as características físicas e químicas dos solos, para serem usados como instrumentos aos estudos de planejamento da expansão das cidades. Os resultados obtidos com esses levantamentos tendem agregar informações a respeito de como e onde construir, contribuindo para um melhor uso e ocupação dos solos, facilitando o trabalho de órgãos públicos responsáveis por isso.

### Referência Bibliográficas

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. (2010) **Conservação do Solo**. 7 ed. São Paulo: Ícone, 355 p.
- BHATTACHARYYA, R.; GHOSH, B.N.; DOGRA, P.; MISHRA, P.K.; SANTRA, P.; KUMAR, S.; FULLEN, M.A.; MANDAL, K.U.; ANIL, K.S.; LALITHA, M.; SARKAR, D.; MUKHOPADHYAY, D.; DAS, K.; PAL, M.; YADAV, R.; CHAUDHARY, V.P.; PARMAR, B. (2016) Soil Conservation Issues in India. **Sustainability**, v.8, p. 1-37.
- CASTRO, S. S.; (2008) Micromorfologia dos Solos: Bases para descrição de lâminas delgadas. In: <http://www.labogef.iesa.ufg.br/links/micromorfologia/Apostila%20Completa/Apostila%20FEV-2008%20-%20Micromorfologia%20de%20Solos.pdf>
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (2014). In: <http://geobank.cprm.gov.br/>
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (1975) **Levantamento Exploratório: Reconhecimento de solos do estado de Alagoas**. Recife: EMBRAPA, 572 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (1997) **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 212 p.
- EMBRAPA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (2005) **III Plano Diretor da Embrapa Tabuleiros Costeiros**. Aracaju: Empraba Tabuleiros Costeiros, 40 p.
- GARCIA-RUIZ, J.M.; BEGUERIA, S.; NADAL-ROMERO, E.; GONZALES-HIDALGO, J.C.; LANA-RENAULT, N.; SANJUÁN, Y. (2015) A meta analysis of soil erosion rates across the world. **Geomorphology**, v. 239, p. 1-14.
- GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. (2011) **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 648 p.
- GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (2013) **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 192 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2015). **Censo demográfico**, 2000, 2010, 2015. In: <http://www.ibge.gov.br/>
- KIEHL, E.J. (1979) **Manual de Edafologia Relações Solo-Planta**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 262 p.
- LAVEE, H.; PARIENTE, S. (2003) Soil Organic Matter and Degradation. In: [www.desire-his.eu](http://www.desire-his.eu)
- LIMA, I. F. (1977) **Fundamentos Geográficos do Meio Físico do Estado de Alagoas**. 3. vol. Maceió: SEPLAN-AL, 106 p.
- LIMA, R. C. A. (2006) Maceió entre o mar e a laguna. In: TENÓRIO, D. A; LIMA, R. C. A, CARVALHO, C. P. **Enciclopédia Municípios de Alagoas**. Maceió: Instituto Arnon de Mello.
- MORGAN, R.P.C. (2005) **Soil erosion and conservation**. 3 ed. Oxford: Blackwell Publishing, 316 p.

- PANAGOS, P.; IMESON, A.; MEUSBURGER, K.; BORRELLI, P.; POESEN, J.; ALEWELL, C. (2016) Soil conservation in Europe: Wish or Reality? **Land Degradation & Development**, v. 27, p. 1547-1551.
- PELOGGIA, A. U. G. O. (2005) A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 24-31.
- RABELO, M.V. (1987) Paleogeografia dos depósitos do Grupo Barreiras da costa do estado de Sergipe. **Geociências**, v. 5, n.6, p. 59-78.
- RANHE, F. S.; OLIVEIRA, A. L.; LEMES, D. P. (2012). Os processos erosivos ocorrentes no entorno urbano do município de Juína – MT: Um agente natural ou antrópico? **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.1, n.4, p.916 – 928.
- SALOMÃO, F. X. T. (2012) Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M (Orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos**. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro: p. 229-267.
- SANTOS FILHO, R. D. (2007) **Antropogeomorfologia do povoamento de Petrópolis (RJ): análise ambiental urbana**. 271 p. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro.
- SUGUIO, K. (2003) **Geologia Sedimentar**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 416 p.
- VALENTIN, C.; POESEN, J.; YONG LI. (2005) Gully erosion: Impacts, factors and control. **Catena**, v. 63, p. 132-153.
- WANG, B.; ZHENG, F.; ROMKENS, M.J.M.; DARBOUX, F. (2013) Soil erodibility for water erosion: A perspective and Chinese experiences. **Geomorphology**, v. 187, p. 1-10.
- ZACHAR, D. (1982) **Soil Erosion**. Bratislava: Elsevier, 548 p.