



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
CURSO DE GEOGRAFIA - BACHARELADO**

GEORGE VILELA DE ALBUQUERQUE

**A EROSÃO NAS ÁREAS DE ENCOSTAS: UMA ABORDAGEM SOBRE A
OCUPAÇÃO IRREGULAR E SEUS IMPACTOS NO BAIRRO DO BENEDITO
BENTES EM MACEIÓ - ALAGOAS**

Maceió
2022

GEORGE VILELA E ALBUQUERQUE

**A EROSÃO NAS ÁREAS DE ENCOSTAS: UMA ABORDAGEM SOBRE A
OCUPAÇÃO IRREGULAR E SEUS IMPACTOS NO BAIRRO DO BENEDITO
BENTES EM MACEIÓ - ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Geografia pelo Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Orientadora: Profa. Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão

Maceió
2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

2022 Albuquerque, George Vilela.

A erosão nas áreas de encostas: uma abordagem sobre a ocupação irregular e seus impactos no bairro do Benedito Bentes em Maceió – Alagoas. George Vilela Albuquerque. Maceió, 2022.

41 f.: il.

Orientadora: Nivaneide Melo Falcão

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Bibliografia: f. 37-41

1 Ocupação irregular. 2 Infraestrutura. 3 Chuvas.

Agradecimentos

Reservo o espaço para agradecer, ao longo da jornada de graduação, cujas dificuldades foram superadas com esforço, e sem o apoio de meus professores não seria possível a conclusão do meu curso, e claro que dúvidas existirão sempre, pois o aprendizado é um processo sem fim.

Primeiramente a Deus, pois sem Ele, nada seria possível, que me acolheu nos momentos difíceis que achei que não iria superar. Ele É a base do meu sustento e perseverança.

À Profa. Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão, por toda paciência, disponibilidade, orientação, conhecimento, que desde o início foi a referência para conhecer um âmbito da geografia com a qual eu me identificasse. Pelo norte que me fora dado para o desenvolvimento de uma tese de conclusão de curso e por todo o apoio voltado ao conhecimento da ciência.

Ao Prof. Msc. Sinval Autran Guimarães Júnior, pela paciência, apoio durante a graduação cujo houve dificuldades quanto à logística tanto do curso como das exigências da universidade, e por todo o conhecimento.

À Profa. Dra. Silvana Quintela Cavalcanti Calheiros pelo carinho, apoio e conselhos, pois eu não sabia lidar com as ansiedades naturais de um estudante de ensino superior e pelo interesse em geoprocessamento que adquiri.

À Diretora do Departamento de Registro e Controle Acadêmico da UFAL (DRCA) Rosana Sarita de Araújo pelas orientações e apoio durante às dificuldades do curso

Aos meus pais Sandra Vilela e Jailson Albuquerque a base de todo o meu apoio pessoal e familiar, em todos os momentos que, sejam bons ou difíceis, foram necessários para o meu crescimento acadêmico e crítico da ciência e conhecimento profissional que me foram atribuídos na Universidade Federal de Alagoas.

"Eu dei o meu melhor para fazer as escolhas certas. Eu acreditei que o destino havia guardado isto para mim. E finalmente... Eu achei ter feito a coisa certa. Mas talvez eu estivesse errado novamente. Sim... Eu acho que ainda estou no meio de minha jornada."

- Jiraya Sensei

"Oh Deus, que Teu amor nos acompanhe hoje e sempre."

*- Salmos 33:22
(versão narrada por Cid Moreira)*

RESUMO

O município de Maceió – AL possui uma gama extensa de desenvolvimento urbano no que se diz à expansão de moradias, condomínios e áreas de ocupação, o que se torna uma preocupação no descontrolado de fiscalização das áreas de assentamento irregular de determinadas estruturas devido à fragilidade do solo em locais suscetíveis de deslizamento, efeitos eluviais, desmatamento que facilitam o deslocamento e os movimentos de massa, que pelo efeito de fortes forças naturais, acarreta em desabamentos e acidentes avolumando vítimas de tais catástrofes. Convém ressaltar que a grande parte desses eventos provém das ações antrópicas do homem sobre a natureza de forma imprópria, principalmente sem o conhecimento da fragilidade da paisagem onde, ali, inflige trabalho exacerbado ou de errônea obra de ocupação. O presente trabalho debate as principais causas de desabamentos, assoreamentos e movimentos de massa no decorrer dos períodos de precipitações torrenciais e temporãs apresentando o bairro do Benedito Bentes como área de Estudo, uma vez que abrange um complexo de grotas adjacentes devido a irregular ocupação da população cuja as oportunidades de regulares terrenos de moradias são inviáveis.

Palavra-chave: Ocupação irregular. Infraestrutura. Chuvas. Erosão.

ABSTRACT

The municipality of Maceio – AL a range of urban development has an extensive range of dwellings, areas and areas of occupation, the condominium becomes an occupation in the lack of fiscal control of irregular structures due to structures that do not refer to areas of settlement of the ground in such circumstances of sinking movements, effects of accidents and displacements of forces, which can happen in landslides and accidents. It is worth mentioning that the great part comes from the anthropic actions of man on nature in an implicit way, mainly without the knowledge of the landscape of the landscape where, there, exacerbated work or erroneous occupation work is ingested. The present work discusses the main causes of landslides, associations and mass movements during periods of torrential and early rainfall, presenting the neighborhood of Benedito Bentes as an area of study, since it covers a complex of adjacent caves due to irregular occupation of the population. Whose regular terrain opportunities are unfeasible.

Lista de Figuras

Figura 1 – Exemplo de deslizamento na Grota Santa Helena na Chã da Jaqueira.....	12
Figura 2 – Declive com solo exposto na Grota do Vale da Alegria, B. Bentes.....	13
Figura 3 – Ciclo hidrológico terrestre.....	14
Figura 4 – Processos ocorrentes em bacias e encostas.....	15
Figura 5 – Exemplo de poças suspensas em solo compactado.....	16
Figura 6 – Direções do escoamento em uma encosta com presença de vegetação.....	17
Figura 7 – Formação de ravinas ao longo de um declive.....	19
Figura 8 – Localização do bairro do Benedito Bentes na capital de Maceió.....	21
Figura 9 – População do Benedito Bentes segundo o Censo de 2010.....	22
Figura 10 – Primeira impressão do bairro do Benedito Bentes em 1986.....	22
Figura 11 – Delimitação do Bairro do Benedito Bentes atual.....	23
Figura 12 - Obra de contenção na Grota do Bom Jesus no Benedito Bentes II.....	24
Figura 13 – Climograma anual de Maceió com registros entre 1991-2021.....	25
Figura 14 – Oscilação de temperaturas em Celsius durante o ano.....	26
Figura 15 – Canal de esgoto no elevado da grota da Alegria.....	28
Figura 16 – pH da água, e seus respectivos níveis de acidez.....	29
Figura 17 – Acúmulos no sistema de saneamento da Grota do Cruzeiro.....	30
Figura 18 – Aterro improvisado na cabeceira da Grota Boa Esperança.....	31
Figura 19 – Entulhos despejados em novo assentamento no Benedito Bentes II.....	31
Figura 20 – Distribuição espacial da infraestrutura na capital.....	33
Figura 21 – Primeiras modificações realizadas pelas ações da população.....	34
Figura 22 – Pressão, entulho, drenagem irregular, aceleram a erosão da massa.....	35
Figura 23 – Massa do declive saturada pelo acúmulo d'água já condenada.....	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 Processo de erosão das encostas.....	12
2.2 Poças d'água (<i>ponds</i>).....	15
2.3 Escoamentos Superficiais (<i>Runoff</i>).....	16
2.4 Fluxo linear e ravinas (<i>Flowline and Rills</i>).....	18
3. METODOLOGIA.....	19
3.1 Área de estudo.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Ocupações desordenadas.....	23
4.2 Intensidade Pluviométrica.....	25
4.3 Esgotos a céu aberto.....	26
4.4 Distribuições irregulares de lixo.....	29
4.5 Processo de ocupação irregular devido à ocorrência migratória.....	31
4.6 Processo de adensamento da ocupação nas encostas.....	33
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

Maceió possui ao todo, segundo o site de dados do Governo do Estado, 100 grotas, sendo 74 reconhecidas e 26 “não oficiais” e em sua maioria, urbanizadas sobre solos argilosos. Em 2022 foram registrados pela defesa civil de Alagoas, 56 mil vítimas das fortes chuvas que causaram desmoronamento de encostas e vales, soterramento, inundações, e movimentos de massa. A erosão não acontece apenas em decorrências de fortes chuvas, mas também de obras irregulares e exploração do solo que podem condenar todo um ecossistema. A partir do entendimento de como as atividades naturais e antrópicas acontecem, dá-se a concepção de um estudo para entender as ocorrências desde sua gênese, na direção de uma prevenção do avanço ocupacional irregular.

Para Anjos (1992, p. 35), toda a ocupação urbana, é a fonte da maior parte da degradação por erosões, desmatamentos, deslizamentos de solos e poluição das camadas superficiais do solo. Embora a erosão seja uma realidade conseguinte da má manipulação e uso do solo, as ocupações causam uma forma irregular de organização espacial das cidades criando adensamentos urbanos irracionais prejudicando as estruturas geomorfológicas do solo com a implementação de infraestrutura improvisada pela própria população. Com isso, a construção e implementações inseridas pela população sem o conhecimento de uso do solo e, principalmente, do risco, acarretam em alterações na geometria das estruturas de relevo, provocando um dano irreversível à estabilidade dos taludes, das zonas de encostas que não se restringe as grandes cidades. A ocorrência dos deslizamentos de terra é primariamente da retirada da cobertura vegetal agravando na erosão por efeitos de precipitação, pressão pela compactação e sitio de moradias desestruturais.

O termo “grotas” é popularmente utilizado em Maceió para as favelas localizadas nas formações de encostas que são evidentes na geomorfologia da capital. Grandes ravinas ou vales sinuosos que cortam todo o território das cotas mais altas do município como calhas naturais proporcionando o escoamento de águas pluviais que caem nessa região e seguem para a planície litorânea e lagunar localizadas nas cotas mais baixas da cidade.

Bigarella (2003, p. 1053) cita que a estabilidade dos taludes é prejudicada principalmente em seu equilíbrio quando há o cisalhamento acarretando no

movimento de massa por causas externas como os processos de escavações e cortes irregulares nas estruturas do relevo, principalmente nos sopés das encostas, no entanto, em várias regiões de grotas da capital, nota-se que a presença da cobertura vegetal auxilia na estabilidade na medida que as dinâmicas dos deslizamentos e desastres com o solo ocorrem em relação à pressão instalada pelas construções ocupacionais e os escoamentos dados pela pluviosidade nos locais. Se excluirmos o papel do homem na natureza como um fator de ação externa incidente, os movimentos de massa são, de fato, causas naturais de uma evolução que a geomorfologia permite, entretanto, com sua presença nas áreas, as ocorrências tendem a subtrair as vidas das populações que residem próximo.

Lima (2010), fala que o crescimento populacional na capital de Maceió para o IBGE, se deu pela implantação do conjunto Benedito Bentes em uma área rural, iniciando um adensamento de caráter rural nos dados do censo do ano de 1991. Conforme o bairro agregava populações às suas moradias, houve uma expansão de seu perímetro chegando às áreas de zona urbana. O desordenamento se tornou mais presente ao longo das décadas seguintes onde a distribuição de infraestrutura urbana passou a não atender a toda a população, as obrigando instalarem-se em solo íngreme e com alta declividade ao redor do bairro, e em zonas limítrofes adjacentes.

A Geografia passou a ter seus avanços no âmbito tecnológico, ao longo do século XX, evoluindo suas formas de retratar os cenários geoespaciais com suas ferramentas. A busca pela compreensão da dinâmica da paisagem e dos fenômenos que nela ocorrem cada vez mais pedem que as ferramentas utilizadas para o sensoriamento remoto se aprimorem com o intuito da obtenção de dados mais precisos e com maior número de detalhes e informações. (BARROS et al., 2018). O emprego prático do conhecimento na infraestrutura e desenvolvimento habitacional deve ser um fator de responsabilidade do poder público tanto para sua organização espacial como também para orientação da população sobre obras clandestinas sem qualquer técnica científica de emprego e uso do solo para finalidades na construção civil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Processo de erosão das encostas

A infiltração da água no solo é uma dinâmica natural do ciclo hidrológico, que favorece o retorno de água para os corpos d'água (rios, lagos, lagoas e o próprio oceano) assim como cria a possibilidade dos processos químicos da formação dos solos em suas camadas subsuperficiais. Para que aconteça tal infiltração, é necessário que haja condições impermeáveis e também de seu uso, para que esse solo absorva uma quantidade considerável de umidade afim de que venha de sua cobertura até os aquíferos ou canais subterrâneos ao qual, transporta-se para os pontos mais baixos do relevo. Em encostas de vales onde haja forte presença humana por ocupação, é comum notar a ausência de vegetação, existência de solos compactados devido à exposição aos transeuntes nos locais que, principalmente, há declives para onde a água corre em direção ao fundo dos vales. Por conta da ocupação irregular, é perceptível a presença de residências em locais íngremes como mostra a Figura 1, localizado em um bairro de Maceió com as mesmas características do Benedito Bentes.

Fig. 1 – Exemplo de deslizamento na Grota Santa Helena na Chã da Jaqueira.



(Fonte: Tribuna Hoje, 2021)

Muitas das áreas da capital possuem formação de vales ou de grotas, que são aberturas cujas correntes de águas da precipitação, são feitas nas ribanceiras de rios, serras, morros ou encostas com elevações consideráveis e inclinação acentuada (Figura 2). Conforme a circulação do resfriamento do ar úmido gera a precipitação, o fluxo percola por sobre o solo já exposto tanto pelo desmatamento

local para a ocupação indevida como por processos erosivos naturais. Um dos processos se assemelha com o que podemos presenciar nas bacias hidrográficas que são os processos longitudinais de escoamento na direção dos gradientes (TUCCI 2003).

Fig.2 – Declive com solo exposto na Grota do Vale da Alegria, B. Bentes.

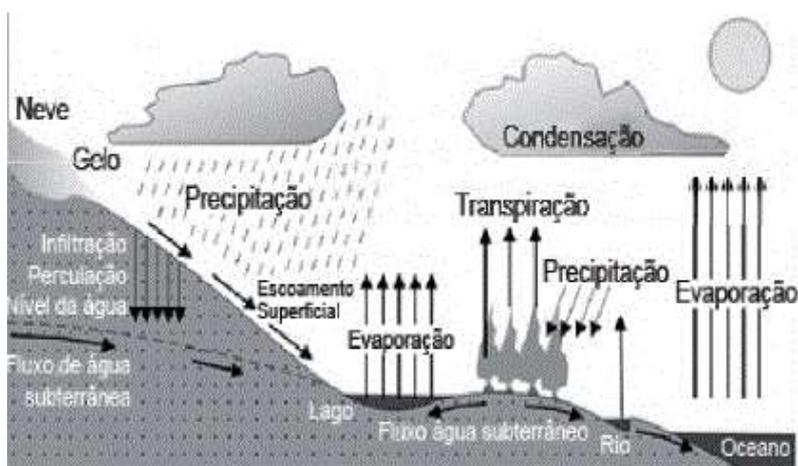


Foto: Rogger Miller, 2022

Dentre esses processos destaca-se o escoamento subterrâneo uma vez que a impermeabilidade do solo é consideravelmente alta, dando uma maior probabilidade de lixiviação e/ou eluviação. O solo pode ter os volumes de água controlados dependendo da presença de vegetação.

É importante ressaltar que em áreas de declividade, onde a vegetação pode ser presente mesmo que haja uma encosta favorável ao deslizamento de massa, a água pode ser retida pelas raízes favorecendo o fluxo atmosférico através da evapotranspiração, Isto é, sendo a área ausente da ação antrópica sobre a cobertura da vegetação herbácea.

Fig. 3 – Ciclo hidrológico terrestre



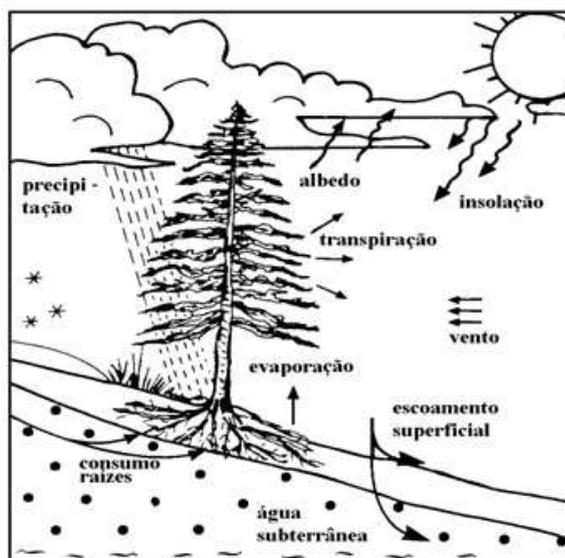
Fonte: IGBP, 1993 apud TUCCI E MENDES, 2006

Quando a capacidade potencial for alcançada, acontece a perda de umidade das plantas pela transpiração, o que seria um processo favorável ao cenário da Figura 3.

Evidentemente o processo do ciclo hidrológico inicia-se, em sua maioria, nos oceanos. Ao atingir o solo, a água infiltra ou escoar superficialmente no solo, isto é, se o solo possuir estrutura porosa para absorvê-la gerando outro escoamento, porém subsuperficial, que repõe ou mantém os aquíferos subterrâneos, rios, lagos e lagoas mais próximos garantindo a existência de corpos d'água perenes (Figura 4). No entanto, dependendo das condições e ações naturais ou antrópicas, o destino desse solo pode ser condenável em relação à saturação causada pela absorção de água, ou pela pressão de estruturas construídas em sua superfície. Geralmente, a vegetação na superfície garante uma maior sustentabilidade às zonas de encostas, devida toda absorção por raízes, porém, conforme o avanço urbano, ou ações irregulares, há uma maior probabilidade de alteração nos níveis do solo e em sua estrutura geomorfológica.

A vegetação nas zonas de encostas, por mais que a precipitação possua o fator velocidade e intensidade sobre a região, com a presença da mesma, a interceptação direta no solo é evitada dificultando o desagregar das partículas independente da região do relevo.

Fig. 4 – Processos ocorrentes em bacias e encostas



Fonte: IGBP, 1993

Segundo Bertol (1989), as plantas de cobertura e o material orgânico no solo podem promover redução nas perdas de solo de até 90% e na velocidade da enxurrada de até 62%. A probabilidade de infiltração ou de escoamento varia de acordo com o tipo, o uso do solo, espaçamento entre agregados, superfície e a quantidade de umidade já presente. Nas regiões tropicais as chuvas costumam ser concentradas em apenas uma determinada época do ano facilitando o agravo dos solos erodidos, somado ao uso irregular quando desprotegida a superfície, o efeito *splash* da chuva causa a ruptura dos agregados criando frequentes crostas decorrentes da dinâmica erosiva no topo das encostas (GUERRA, 2007). Na prática, com a impermeabilidade, o escoamento superficial se torna desregulado e demasiado em relação à infiltração causando um efeito maior no solo exposto nas áreas de declive criando uma argila pesada e densa, onde com o fator gravidade ativa o deslizamento do material argiloso com variável presença de corpos rochosos.

2.2- Poças d'água (*ponds*)

Segundo Guerra (2007), o primeiro estágio para o escoamento superficial acontecer, se dá pela feição de poças em locais que promovam a concentração de água na superfície. Dada as circunstâncias para a saturação das regiões onde o solo tem sua superfície com irregularidades, formam-se pequenas correntes de água que ligam unidades de *ponds*, às outras originando pequenos cursos hídricos, isto é, dependendo da distribuição da precipitação ocorrida na área onde se devem

levar em conta a variabilidade dos milímetros de chuva, velocidade, momento e a cinética (*splash*). O *runoff* inicia-se conforme a água concentrada se rompe pelo acúmulo nas pequenas depressões da superfície (Figura 5), dando início às pequenas ravinas, no entanto, é possível ressaltar que quando não há depressões por meio de ação humana direta na topografia ou feição natural do solo, o escoamento se torna linear e a percolação ganha uma força maior, criando ravinas de formas distintas e profundidades.

Objetivamente, a presença de poças se dá pela ausência de porosidade da superfície do solo. Isso pode acontecer por questões de compactação ou pelos processos erosivos originados pelo *splash* que causa um maior choque com as pequenas filiações de rocha e argila ocasionando o selamento dos poros superficiais que facilitaria o escoamento sub-superficial.

Fig. 5 – Exemplo de poças suspensas em solo compactado



Fonte: Grupo RCN 67, 2016

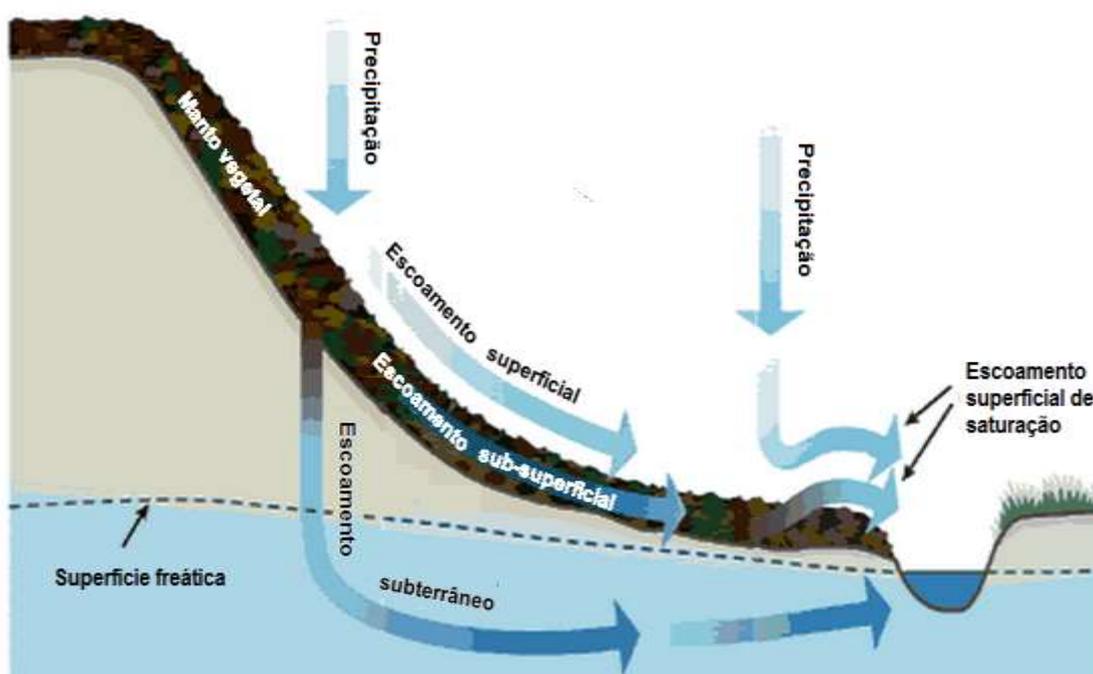
2.3- Escoamentos Superficiais (*Runoff*)

Horton (1945) menciona que os primeiros eventos físicos de facilitar esse processo estão relacionados com as formas de corte ou deformação numa superfície a partir da tensão provocada pela força da água que percola sobre um solo agrícola (Cisalhamento). Esses cortes geram microravinas intrínsecas e bifurcações no subsolo para que a água corra rumo a mais baixa altitude de acordo com sua profundidade causada pela erosão ao ultrapassar a capacidade de sua

força de infiltração, gerando as correntes lineares nas encostas pelo lençol freático como se pode notar no esquema da Figura 6.

Ao passo que o solo está saturado em relação à sua capacidade de sustento, o material contido em sua geologia não consegue sustentar o acúmulo escoado pelo lençol (*sheetflow*) causando as chamadas erosões laminares que, mesmo que não é suficiente para o transporte de partículas, o cisalhamento acarretado pelo fluxo ocasiona no peso do solo, que cede e desmorona a encosta abaixo em direção ao ponto mais baixo do relevo ou depressão (GUERRA, 2007).

Fig. 6 – Direções do escoamento em uma encosta com presença de vegetação.



Fonte: *waterdropessblogspot*, 2016

A variabilidade topográfica também possui grande importância pois influencia o processo de erosão, sobretudo na convergência ou divergência do curso em que o escoamento superficial está sujeito e à sua força de deslocamento. As formas côncavas favorecem a convergência das águas, provocando uma erosão mais localizada, com tendência à formação de sulcos e ravinas, as formas convexas favorecem a divergências das águas, sendo a erosão mais uniforme (Gonçalves, 2002).

Podendo considerar ser a primeira etapa do fluxo, os escoamentos em encostas possuem uma característica linear de ação em relação a outras superfícies que apresentam topografia com poucas formas irregulares, criando uma possibilidade maior de velocidade e concentração de partículas de rochas e sedimentos do solo preexistente, sendo algo homogêneo voltado apenas a material orgânico e pequenas quantidades de minerais (se existir) do solo. Ao correr sobre uma encosta, e não poder ser eficiente ao dissipar a energia, um novo sistema natural inicia sua adaptabilidade criando um novo equilíbrio e mudanças nas intensidades de receber água da precipitação direta, isto é, quando também o solo é isento de alterações sistemáticas e físicas por uso ou extração de cobertura vegetal ou sua forma estrutural.

2.4– Fluxo linear e ravinas (*Flowline and Rills*)

Após a infiltração no lençol freático, inicia-se o fluxo efêmero de água em canais de drenagem ao longo da encosta o que torna o solo mais rugoso e a profundidade aumenta de nível através dos canais (Figura 8), por onde poucos grãos do solo são transportados pela força d'água dando início a atritos de partículas que causam mais erosão evoluindo a largura dos canais desenvolvendo microravinas do estágio de acumulação por lençol deixando o solo mais instável, saturado e aumentando a turbulência da força de lixiviação levando o alcance dessa erosão até o topo da encosta, que se pode encontrar também, poças concentradas ao longo da declividade.

Conforme a força do escoamento continua, as microravinas passam a possuir as chamadas cabeceiras, originadas da intensidade erosiva das ravinas, passando a ter larguras maiores do que 30 cm e atingindo profundidades superiores a 60 cm centímetros. O número de sedimentos percolados passa aumentar e a profundidade dos canais começa a atingir o topo da encosta onde recebem a grande porcentagem de sedimentos que se depositam nas cabeceiras causando uma irregularidade no fluxo de água e excedendo também sua capacidade de depósito.

Fig. 7 – Formação de ravinas ao longo de um declive



Fonte: Vieira, 2019, modificado de Karmann, 2003

Segundo Poesen (1993) as ravinas podem ser efémeras ou permanentes, baseado na relação com o uso do solo e suas dimensões particulares. As efémeras (figura 9) são as de destacáveis incisões no solo que possuem seções transversais muito maiores que a profundidade. Apresentam as paredes laterais e as cabeceiras irregulares com variabilidade de dimensões, originadas por remoções de solo em profundidade e pela acumulação de escoência. Já as ravinas permanentes possuem os canais de drenagem definidos, de dimensões consideráveis e suas seções transversais apresentam-se mais estreitas em relação à profundidade, com paredes abruptas e cabeceiras proeminentes (Poesen, 1993). O mesmo autor chama a atenção para as “ravinas de fundo de vale”, que evoluem em áreas de maior concentração de escoamento superficial, pela ocorrência de precipitação pluviométrica de alta intensidade nas áreas planas.

3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi baseada em pesquisas conceituais e em artigos publicados relacionados às ocorrências derivadas das fortes chuvas, em artigos científicos de estudos já realizados sobre a capital, Maceió. Para o mapa de delimitação da área foram utilizados os softwares **QGIS** e **Google Earth** para identificar o bairro de estudo, e demais informações no site “Bairros de Maceió”. Foram realizadas visitas em alguns dos locais para o registro em fotografias das situações agravadas pelas atividades antrópicas de urbanização local, para a então discussão de aspectos do trabalho de forma a esclarecer a realidade das comunidades que situam-se em precariedades no âmbito social e econômico que

contorna o cenário atual não só do bairro mas como de várias regiões do estado e do país.

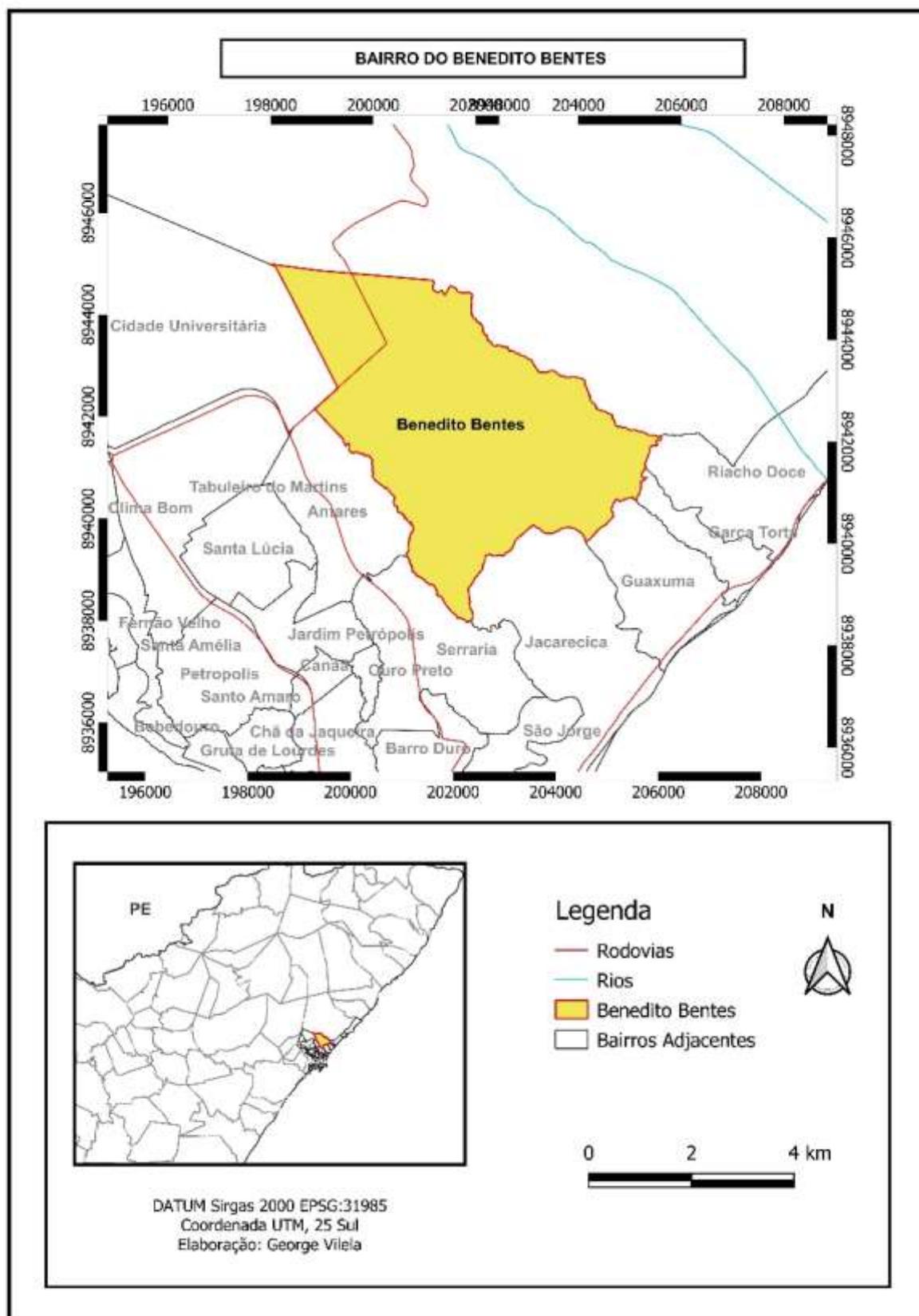
3.1 - Área de Estudo

O Bairro do Benedito Bentes limita-se ao norte com município de Rio Largo, ao sul com Serraria e Jacarecica, ao Leste com Guaxuma, Garça Torta e Riacho Doce, a Oeste com Antares e Cidade Universitária sendo sua área a maior em termos territoriais de bairros, com 24.627 Km², com um perímetro urbano de 26.731,15 metros se localizando na 6ª zona administrativa.

Segundo Bairros de Maceió (2009) e Almeida et. al. (2014), o território no total compõe-se de mais de oitenta logradouros possuintes de avenidas e praças, os conjuntos habitacionais Benício Mendes, Frei Damião, Jardim Paraíso, João Sampaio II, Luís Pedro III, Moacir Andrade, Selma Bandeira, Parque das Américas, Carminha, Paulo Bandeira, Alto da Alegria e Benedito Bentes I e II e ao seu redor um complexo de grotas como o Vale da Alegria, Boa Esperança, Princesa, que detêm juntos mais de 80 logradouros. De acordo com o censo de 2010 a população do bairro Benedito Bentes distribuía-se entre homens e mulheres, sendo a população masculina 42.312 hab., e a população feminina, 45.772 hab. Porém, segundo a Secretaria Municipal de Coordenação das Regiões Administrativas (SEM CRA) somam-se atualmente 143.841 habitantes.

O bairro fora selecionado por ser um grande exemplo comum não só em Alagoas, mas em várias regiões do país em que, há uma enorme difusão de problemas direcionados a várias esferas da questão social e econômica. Por ser um aglomerado de comunidades com necessidades diferentes, intensifica-se também no âmbito ambiental, independentemente da geolocalização das comunidades em áreas de risco, ou de áreas de residenciais estruturados.

Fig.8 – Localização do bairro do Benedito Bentes na capital de Maceió

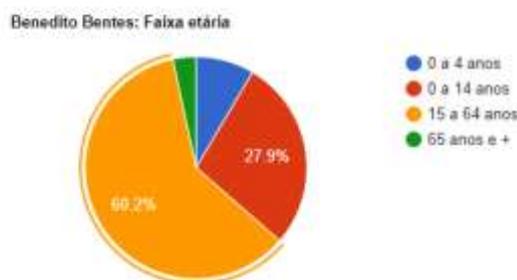


(Elaborado por: George Vilela, 2022)

Fig.9 – População do Benedito Bentes segundo o Censo de 2010.

Faixa etária da população de Benedito Bentes - Maceió

O Gráfico abaixo demonstra a faixa etária, agrupando em grupos de 0 a 4 anos, 0 a 14 anos, 15 a 64 anos e 65 anos e +:



Fonte: *populacao.net.br*, 2013

Fig. 10 – Primeira impressão do bairro do Benedito Bentes em 1986.



Fonte: *bairrosdemaceió.net*, 2014

Historicamente o Benedito Bentes era antes de sua construção uma área rica em cobertura vegetal que ainda hoje pode ser presenciada em aerofotogrametria. Após os movimentos migratórios e inserção da população rural nas áreas de encosta, iniciaram as retiradas da vegetação com as residências próximas aos vales ao redor do bairro, onde se originaram as primeiras delimitações de risco com os cortes nas áreas do relevo por conta do desprovimento de conhecimentos de engenharia e monitoramento das primeiras instalações.

Ao observar a Figura 11, o bairro possui uma formação de relevos que pode ser comparada a uma bacia hidrográfica, com vários cursos de afluentes, no entanto, presenciamos urbanização nas áreas dos vales.

Fig.11 – Delimitação do Bairro do Benedito Bentes atual.



(Elaboração: George Vilela, 2022)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Ocupações desordenadas

Com o aumento da expansão urbana à medida que a cidade se expandiu durante o século, a população alcançou as beiras de encostas íngremes restando e morros, sem conhecimento dos fatores geológicos e climáticos da região. A pressão exercida sobre o solo já em graus avançados de armazenamentos de escoamento sub-superficial decorridos de fortes precipitações que agravam junto à gravidade, a instabilidade do solo nas inclinações de vales e morros do local causando ocorrências de deslizamento. No levantamento estrutural das residências, a população busca realizar cortes irregulares sob as partes inferiores dos declives e no sopé, compactação do topo de morros o que acarreta impacto no equilíbrio dos taludes. Através das características geológicas e morfológicas de uma encosta, determina-se a sua resistência e a probabilidade de degradação. No entanto, em razão das chuvas e da ausência de planejamento para realocar a população, o próprio poder público insere obras no solo que procuram “normalizar” a situação como mostra a Figura 12. Obras que acarretam ainda mais a presença

do homem no curso natural da paisagem alteram as formas de relevo, no entanto o ambiente precisará mais uma vez se adequar às mudanças.

Fig. 12 - Obra de contenção na Grota do Bom Jesus no Benedito Bentes II.



(Fonte: Prefeitura de Maceió, 2021)

Por ainda ser um bairro de grandeza territorial considerável, o Benedito Bentes atualmente continua a receber contingentes populacionais nas regiões de grotas como a Grota da Princesa e Grota da Boa Esperança, localizadas no Benedito Bentes I, sendo a Grota da Boa Esperança, o local que atualmente instalou-se nas adjacências a empresa de saneamento básico Sanama, no lugar da antiga estação de tratamento sanitário que prejudicava muitas populações vizinhas pela falta de estrutura, localização e depósito de lixo irregular. Algumas obras podem ser encontradas nessas localidades com o intuito de amenizar o escoamento superficial de maneira que retorne para as zonas mais baixas do vale. Após as obras do cemitério Parque Maceió, um novo loteamento ocupacional fora gerado na encosta que fica próximo ao Rio Pratagy. O novo assentamento, segundo informações de moradores, depende do canal do rio para obter água, devido às condições precárias da falta de infraestrutura, e por não haver instalações adequadas para as moradias em torno da barragem, porém, ao passo que dependem da água, o assentamento também escoar dejetos criando canais clandestinos rumo aos limites da vazão do rio.

2.5 - Intensidade Pluviométrica

Dependendo dos níveis de precipitação, obviamente as erosões podem ter um tempo mais curto para evoluir seu desenvolvimento de acordo com a inclinação, a paisagem, a capacidade de infiltração e principalmente a força cinética o que talvez seja o principal fator (R) para o início do cisalhamento com a interatividade antes do escoamento. A ciência determina que a erosividade dos solos, tende a ter mais impacto quando ultrapassa os 10 mm, ou $\geq 6,0$ mm entre intervalos de 15 minutos em um período de 6 horas com períodos de 1,0 mm ou menos (Winschmeier & Smith, 1978, Almeida, 2009).

Segundo Hudson (1971), o que acarreta a ruptura dos agregados constituintes no solo é uma soma das variáveis de intensidade, tempo de duração dos intervalos de maiores intensidades de precipitação, massa, velocidade e diâmetro das gotículas de água. Conforme ocorrem os episódios de precipitação ao longo do ano, nas áreas dos locais onde abrange atividades com o solo, é possível determinar as melhores condições climáticas para as práticas de uso do solo, manejo urbano, assim como a expansão rural da produção a partir de revisões dos dados climatológicos de registro pluviométrico (Figura 13). Quanto maior a intensidade das chuvas no meio urbano, as ocorrências de cheias nos sistemas de drenagem são presentes, acarretando problemas no saneamento e percolação de resíduos na distribuição residencial.

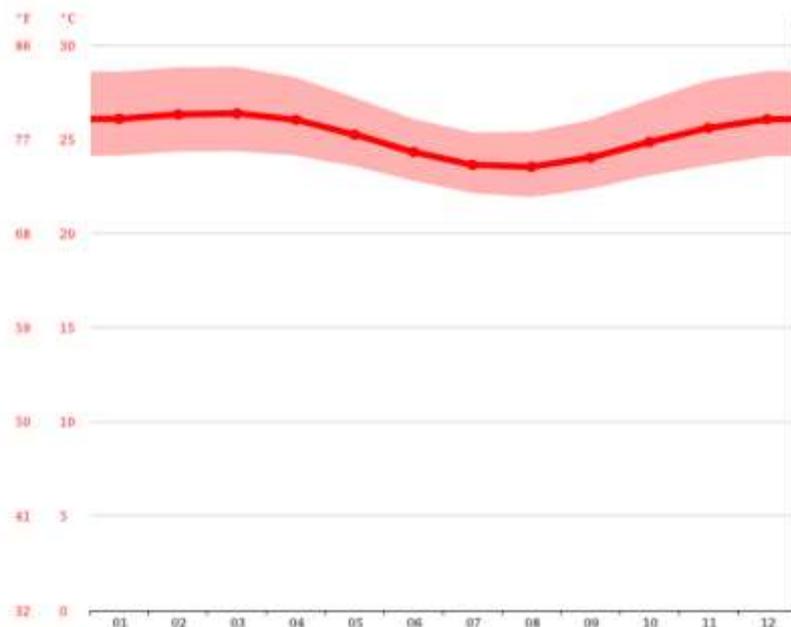
Fig.13 – Climograma anual de Maceió com registros entre 1991-2021.



(Fonte: Climate-data.org)

Em Maceió, os maiores registros de umidade relativa são em Junho (82.35 %) quando inicia-se a temporada de inverno e os menores em Dezembro (74.76 %).

Fig. 14 – Oscilação de temperaturas em Celsius durante o ano.



(Fonte: Climate-data.org)

Março sempre é o mês mais quente do ano no estado com uma temperatura média de 26.4 °C devido à sua localização na zona intertropical do globo terrestre cuja incidência de radiação solar é maior em questão do equinócio de outono. Com uma temperatura média de 23.5 °C, Agosto é o mês com a mais baixa temperatura ao longo do ano.

2.6 - Esgotos a céu aberto

As poluições de origem humana para a inserção de atividades nas cidades originam as variações de efluentes de sistemas de esgotos que levam em conta a questão adotada pelas comunidades e seus costumes caseiros. Para estudar os sistemas de vazão dos esgotos no solo, é necessário considerar alguns fatores determinantes para as regiões em que a população se distribui de forma desorganizada, como a rede de distribuição e sua infraestrutura, declives de coletas, formas de despejo e conteúdo, e a qualidade em que se estabelecem as obras iniciadas. (PAGANINI, 1996).

Existe a forte presença de resíduos provenientes da ação humana, como: fezes, sacolas plásticas, garrafas pets, papelão, entre outros. Não obstante, foi chocante a presença, até mesmo de um sofá dentro do riacho. Acredita-se que tal fato decorre pela falta de conscientização da população por parte dos poderes públicos e privados. Ainda contribui também para uma maior poluição, a obra de macro-drenagem ocorrida no Bairro Tabuleiro dos Martins dutos despejam diretamente no riacho da caveira. Destacam-se moradias que estão sendo construídas em áreas irregulares – encostas – sem sua proteção natural – cobertura vegetal –; além disso, a obra de macro-drenagem, que se encontra com diversas irregularidades em suas estruturas. (ALMEIDA et. al. 2014).

Os dejetos humanos liberados através da distribuição hídrica (por sistemas, ou em corpos d'água naturais), são considerados como matéria orgânica de origem biológica. Pode-se afirmar que o solo é mais um ecossistema conglomerado de agentes decompositores primários e secundários, e, quando toda a matéria orgânica tem a possibilidade de atingir as camadas do solo, os agentes decompositores e bactérias iniciam seus processos de alimentação, assegurando sua existência no meio ambiente através do consumo dos macro e micronutrientes.

Fig.15 – Canal de esgoto no elevado da grota da Alegria



Foto: Rogger Müller, 2022

O solo passa a perder suas propriedades funcionais quando toda a matéria não tem uma incorporação com a estrutura subsuperficial acarretando em degradação, alterações no pH, e infertilidade.

Os adensamentos populacionais requerem uma maior atenção quanto aos sistemas de drenagem coletora conforme seu uso e descarte, no entanto, com as políticas públicas de saneamento, e o incentivo da prevenção de casos por contaminações como a dengue, promovida pelo mosquito *aedes aegypti* em locais de água reservada a céu aberto, em depressões no solo nos locais de encostas que facilitam as poças, obras são realizadas no solo exposto compactando-o, afim de que haja um escoamento direcionando a água às mais baixas regiões dos vales, porém, a eficácia pode não ser a esperada uma vez que ameniza o escoamento, mas também se torna a origem de outros problemas como o acúmulo de lixo sem a devida manutenção como está evidente na figura 17.

Fig. 17 – Acúmulos no sistema de saneamento da Grota do Cruzeiro



Foto: Diego Marcos, 2022

4.4 - Distribuições irregulares de lixo

Enquanto os relevos são impróprios para o desenvolvimento de comunidades, a questão do depósito de lixo se torna inadequado quando se refere à separação e deposição. O mau depósito acarreta em danos à natureza causando indevidos impactos em locais impróprios e um grande problema social atingindo a saúde da população local exigindo maiores condições de tratamento como de prevenção. Conforme há o adensamento populacional em solo exposto por erosões via escoamento superficial, detritos naturais são lixiviados junto com a água, acarretando uma maior permeabilidade já que as partículas são levadas ao longo

da encosta. Para Duarte e Renóbio (2004) os resíduos sólidos de esgotos domésticos mal distribuídos causam vários fatores aos solos, porém, voltados à questão natural, destacam-se:

- Intensidade de processos erosivos que causam formações mais novas de ravinas e voçorocas.
- Solo inadequado para a realização de obras regulamentadas.
- Suscetibilidade à decomposição dos resíduos, cuja acidez, gerando desnivelamento da camada do solo abaixo dos entulhos.
- Contaminação da composição sub-superficial dos sais minerais causado pelo chorume, prejudicando a origem de nova vegetação.
- Contaminação dos aquíferos subterrâneos.

Fig. 18 – Aterro improvisado na cabeceira da Grotta Boa Esperança



Foto: George Vilela, 2022

Fig. 19 – Entulhos despejados em novo assentamento no Benedito Bentes II



Foto: Rogger Müller, 2022

Os assoreamentos das encostas e vales geram consequências maiores como as enchentes e alterações ecológicas como a perda do armazenamento d'água dificultando os abastecimentos. Sem planejamentos, o problema se torna ainda mais complexo tornando soluções cada vez mais de longa escala de execução, dificultando ainda mais um possível sistema de drenagem nos arredores do bairro condicionando uma maior eficácia de solução, pois, na ausência de ações contendoras em relação as especificações do terreno Os problemas vão para além das alterações na composição do solo como a susceptibilidade à transmissão de doenças em que, geralmente, os locais de depósito, são afastados dos únicos serviços de saúde do bairro como a Unidade de Saúde Denilma Bulhões e a Unidade de Pronto Atendimento, acarretando a população um déficit no controle e combate à transmissões.

4.5 - Processo de ocupação irregular no devido à ocorrência da migratória.

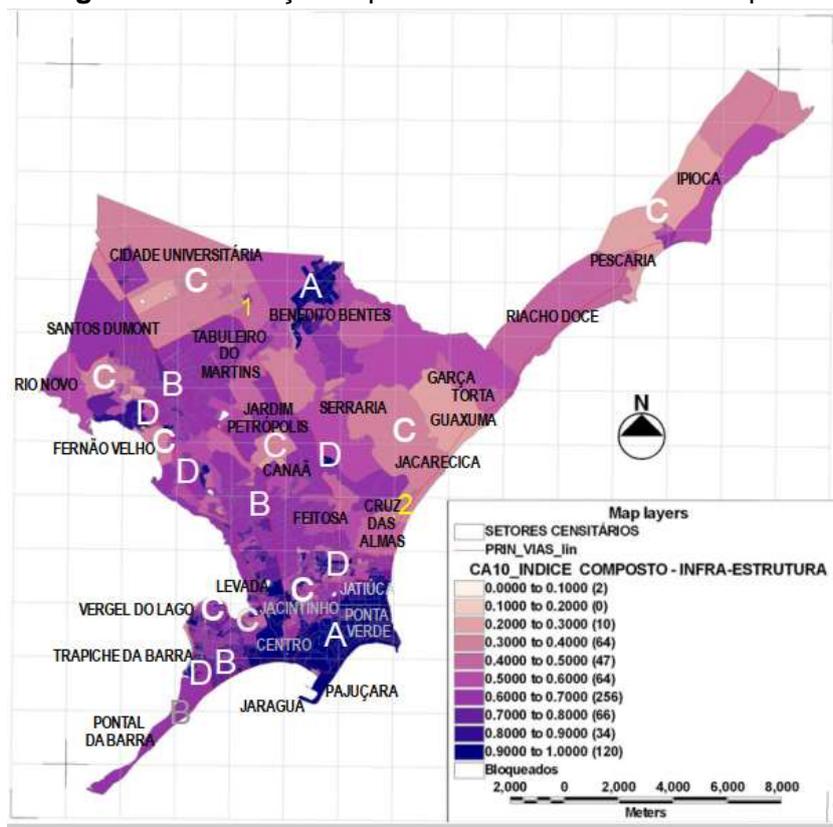
Para discutir as atuais estruturas urbanas nos locais periféricos, necessitamos de uma breve visão do processo histórico de distribuição urbana. Maceió teve seu desenvolvimento urbano entre as décadas de 1960 e 2000, que foi um resultado da migração da população rural para tentar inclusão na área urbana como menciona Castells (2000) do movimento campo-cidade denominando

do *pull* rural, que o autor define como característica do processo de urbanização ocorrido em sociedades dependentes. Devido ao decréscimo da estrutura agrária ocorrida no estado, a capital passou a ter um caráter urbano de forma concentrada, que, ao somar a realocação da população rural, a periferia ganha força nos arredores favorecendo um cenário de desigualdade tanto no aspecto de infraestrutura como social.

No referido aspecto, a distribuição dos serviços destinados à população, nota-se um panorama da cidade em que a distribuição se concentra na parte litorânea com poucas ilhas de alta distribuição no interior da cidade dando uma evidência de uma desigualdade de planejamento de serviços voltados à população como de uma maneira geral, a conjunção entre os bons indicadores de abastecimento, esgotamento sanitário e as práticas de coleta de lixo. Costa e Ramos (2004) mencionam que o repentino adensamento populacional na capital fora de fato desenvolvida no sentido periferia para o centro, iniciando-se pelas primeiras implantações habitacionais em 1970, nas regiões do Tabuleiro dos Martins pela companhia habitacional de Alagoas (COHAB/AL). Para que compensasse o preço da venda dos imóveis a valores baixos, os residenciais foram planejados longe da cidade construindo os mesmos na periferia da cidade, agregando um valor maior nas áreas adjacentes.

As causas nos deslizamentos se dão pelas intensificações de ocupação urbana devido às expansões. As instalações desiguais acabam sendo deslocadas conforme o urbanismo estrutural passa a ampliar suas áreas de construção nas formas de condomínios residenciais. A desigualdade está evidente ao presenciarmos áreas mais abastadas do serviço do próprio poder público quando nelas está concentrado um maior teor presente de população capitalista que relaciona-se de forma moderada com as atividades de planejamento urbano como podemos destacar, as regiões da capital que compreende a área litorânea dos bairros de Ponta Verde e Mangabeiras que podem ser consideradas como fonte de retorno econômico assim podemos comparar com as áreas de empresas comerciais (Solar, Almaviva, AMBEV, Supermercados e o Shopping Pátio), e condomínios residenciais próximas ao bairro do Benedito Bentes I.

Fig. 20 – Distribuição espacial da infraestrutura na capital.



Fonte: ALENCAR & SOUZA, 2007

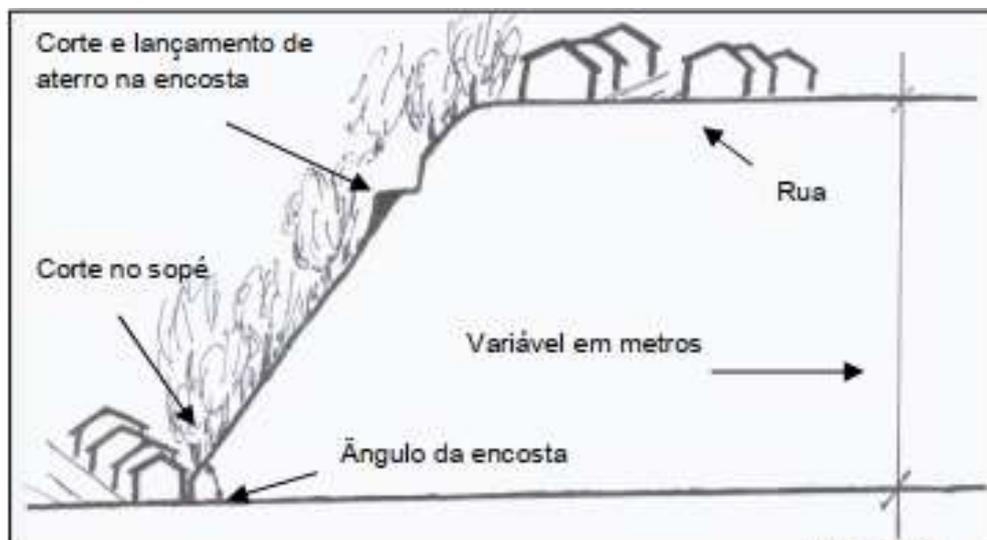
Em contrapartida, vemos áreas como os bairros do Village I e II, e Vergel haver carência de desenvolvimento o que podemos comparar com o Benedito Bentes II para termos noção espacial urbana. Segundo Lima e Toledo Filho (2010) as ocupações vieram a acontecer a partir de 1980 por conta das instalações das usinas de açúcar e álcool quando estas vieram a falir, dando início de um processo campo-cidade de migração a fim de um emprego na atual capital. Porém a falta de recursos e de espaço na paisagem para instalação dessa população, seus destinos tiveram de serem as encostas em torno das zonas de periferia da capital nas planícies tabulares.

4.6 – Processo de adensamento da ocupação nas encostas

A primeira visão da população é iniciar as construções em locais de difícil acesso fiscal do poder público para ausentar-se de vistorias regulamentárias, porém, localizando-se próximo a residências locais como exemplo na figura 17 demonstradas por LIMA e TOLEDO (2010). O terreno acentuado passa a perder

suas regiões de vegetação (às vezes arbustiva, ou herbácea), em seguida, cortes agudos no solo tanto para abrigar residências, como para transformar em um

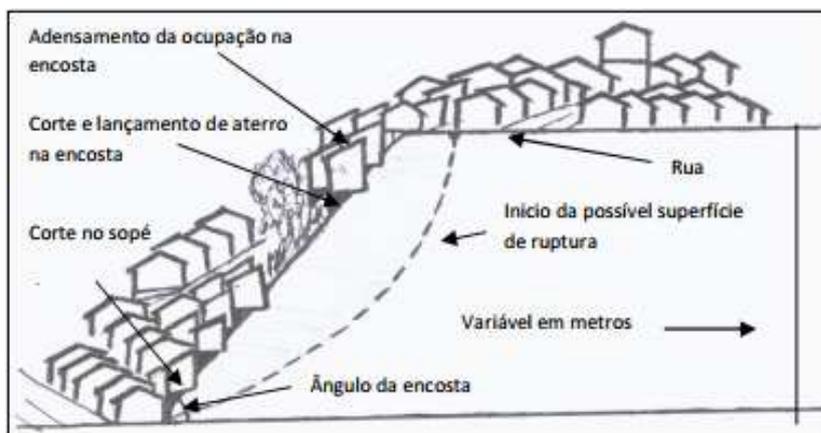
Fig.21 – Primeiras modificações realizadas pelas ações da população



(Fonte: LIMA E TOLEDO, 2010)

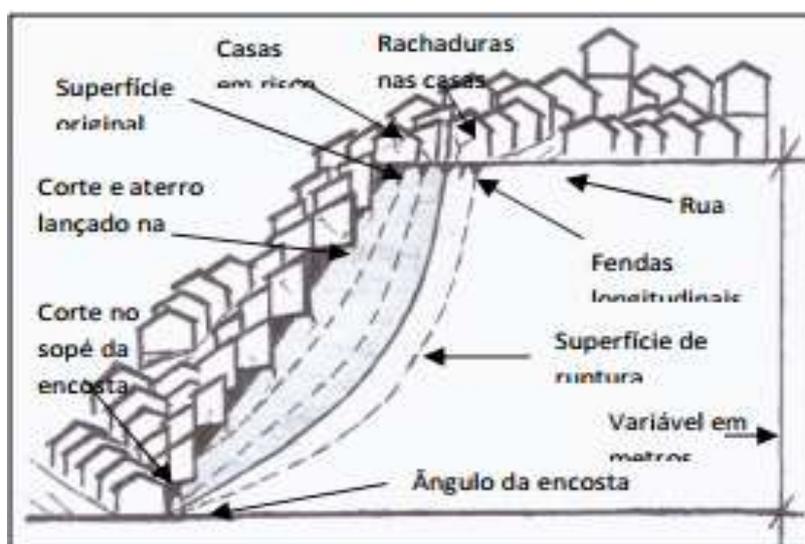
pequeno aterro comunitário próximo ao cume para a devida coleta regular, ou conter a estabilidade dos taludes alterando a geometria. Havendo estabelecido um padrão de corte ao longo da encosta, novas moradias são inseridas, por onde naturalmente, o escoamento superficial de saturação seguiria seu curso. Nas proximidades da região onde as residências são regulares, um adensamento se inicia causando um aumento de pressão sobre o solo abaixo e um crescimento de atividade sub-superficial de ruptura da massa da encosta por conta do escoamento subterrâneo que recebe uma maior quantidade de vazão devido ao impedimento do sistema de drenagem natural da água, ou, uma possível infraestrutura aceitável para seu escoamento rumo ao nível mais baixo do vale.

Fig.22 – Pressão, entulho, drenagem irregular, aceleram a erosão da massa



Fonte: LIMA e TOLEDO, 2010

Fig. 23 – Massa do declive saturada pelo acúmulo d'água já condensada.



Fonte: LIMA e TOLEDO, 2010

O nível de vegetação é praticamente nulo. Nesta etapa, com a pressão, o terreno inicial sofre rachaduras, podem-se encontrar pequenos acúmulos de água superficiais saturando o solo com mais facilidade tanto com a água derivada da precipitação como pela descarga efetuada pela população de dejetos biológicos através de instalações clandestinas de esgoto ao longo do terreno, construções artesanais de acesso aos mais difíceis níveis do vale como escadarias, pontes e encanamentos que passam a se acumular de acordo com o nível do adensamento, agravando instabilidade e maior pressão sobre o solo dando início às primeiras ocorrências de deslizamento. Dependendo da força cinética da precipitação exercida no solo já saturado nos níveis mais baixos, as primeiras ravinas iniciam-

se no sopé em direção ao topo do declive, até que, com a erosão e transporte de partículas, a fácil evolução de voçorocas aconteça, ocorrendo um maior deslizamento de massa, acarretando em vítimas e devastação das vegetações vizinhas e ecossistemas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização de estudos do terreno e do solo da capital é de extrema importância para a atual realidade urbana, especialmente nas regiões periféricas. O adensamento urbano do bairro do Benedito Bentes trouxe uma realidade mais exata da necessidade de alocação da população do êxodo rural, ocorrido na década de 90, e início dos anos 2000. A ampliação de logradouros no bairro de forma excessiva contribuiu para o adensamento nas regiões de encosta, e tal adensamento, continuou devido às instalações de residenciais com infraestrutura de melhor qualidade onde parcelas da população da cidade, migraram em busca de conforto, melhor organização espacial, proximidade de um Shopping Center, novas oportunidades de emprego em empresas recém-implantadas, e grandes desdobramentos do comércio no local acentuando a atenção de diversas classes sociais nas áreas do Benedito Bentes.

Comunidades nas inúmeras grotas ao redor do espaço urbano local são retratos da desigualdade de distribuição de infraestrutura pelo poder público, cujo investimento em melhores condições de moradia, encontra-se insuficiente a auxiliar a população menos favorecida das áreas de risco de deslizamento. Em razão da ausência de recursos, as instalações urbanas clandestinas em terrenos irregulares distribuem-se no espaço em que as zonas de fiscalização são ausentes que são os declives acentuados, sopés de vales e as conhecidas grotas.

A urgência para os estudos nos bairros de Maceió como o Benedito Bentes é de fundamental importância para a extração de informações nos cenários sociais (desigualdade), nas áreas físicas (relevo, paisagem e uso do solo) e político (serviços, infraestrutura, investimentos), pois com a atual ausência do conhecimento do uso do solo para a urbanização, a população se sujeita a altos riscos, explorando áreas e devastando vegetações conforme sua necessidade de infraestrutura ideal para a sobrevivência e melhores condições de vida decente em meio às limitações espaciais, somado aos efeitos dos fenômenos ao qual a paisagem, está sujeita de forma natural desde a sua gênese.

REFERÊNCIAS

Alencar, A., P., A.; Souza, F., A., M. *Uso de um SIG na análise de distribuição da infraestrutura na cidade de Maceió, Alagoas*. VII Seminário Internacional da LARES. 2007. São Paulo. Brasil.

Almeida, R., S.; Santos, C., et. al. *Paisagem revelada: pesquisa socioambiental em comunidades no entorno do riacho da Caveira em Maceió – AL*. Revista Ambientale. Ano 5. Vol. 2. Alagoas. 2014.

Anjos, C., A., M. – *Estudo da estabilidade de encostas em Maceió*. Tese de Mestrado. Campina Grande, 1992.

Barros, Junior W.W; Silva J., A., F; Lugon, J., J. ; Moreira M., A., C. ; Santos L., F., U.

Análise da paisagem com o uso de geotecnologias: uma proposta metodológica para o planejamento territorial da região hidrográfica VIII-RJ. Revista de Geociências do Nordeste 4. 2018

Bergonse, R., Reis, E., 2011. *Formas, processos e padrões na erosão por ravinamento: para um enquadramento teórico coerente*. Finisterra, XLVI: 99-120

Bertol, I. *Degradação física do solo sob a cultura do alho*. Revista Agropecuária Catarinense, v.2, p.47-50, 1989

Bigarella, J. J. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2003, p. 1053.

Costa, A., N.; Costa, A., F., S.; Marques, M., O.; Santana, R.C. 2001. *Estudo de caso – Utilização de lodo de estações de tratamento de esgoto (ETEs) na cultura do mamoeiro no norte do Estado do Espírito Santo*. In: Andreoli, C., V. (Coordenador). *Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final*. Rio de Janeiro: RiMA, ABES. 282p

Costa, J., A.; Ramos; V., A. - *O espaço urbano de Maceió – Ambiental físico e organização sócio-econômica*. IN. Araújo, L. M. *Geografia Espaço, tempo e planejamento*. Maceió. EDUFAL, 2004.

Damasceno, G., C. *Geologia, mineração e meio ambiente*. Cruz das Almas. Bahia: UFRB, 2017.

Duarte, M., J., S.; Renóbio, A. *O enchimento de processos erosivos no município de Bauru com a utilização de resíduos urbanos*. XI SIMPEP. Bauru. São Paulo. 2004.

Guerra, A., T.; Silva, A. S.; Botelho R. G. M. – *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 340p.

Gonçalves, J.L.M., 2002. Conservação do solo. In: Gonçalves, J.L.M., Stape, J.L. (Eds.) Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba-SP, IPEF, Pp. 47-129.

Hudson, N. *Soil conservation*. Ithaca: Cornell University Press, 1971. 320p

Karmann, I. (2003) *Ciclo da água, a água subterrânea e sua ação geológica*. In: Teixeira, W; Toledo, M. C.; Fairchild, T.; Taioli, F. Decifrando a Terra. 2ª ed. São Paulo: Oficina de textos, cap. 7.

Lima, A., B.; Toledo, M., R., F. *Expansão urbana em áreas vulneráveis a deslizamentos de solo na cidade de Maceió – Alagoas*. VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia. 2010

Manso, A., D. *Identificação e diagnóstico de voçoroca na BR-494 na bacia do alto curso do Rio Piraí, Município de Rio Claro-RJ*. UFRJ. Rio de Janeiro. 2020

Poesen, J., 1993. *Gully Typology and gully control measures in the European loess belt*. In: Wicherek, S. (Ed.) Farm Land Erosion in Temperate Plains Environment and Hills. Elsevier, Amsterdam, Pp. 221-239.

Silva, L., P., - *Caracterização e monitoramento da Erosão de Solos em áreas de Extração de Agregados da Construção Civil em Jacobina – Bahia*/ Leandro Pereira da Silva. - Salvador, 2015.

Torres, F., T., P.; Neto, R., M.; Menezes, S., O. – *Introdução à geomorfologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2012. (Coleção de textos básicos de geografia)

Tucci, C., E., M.; Braga, B. – *Clima e recursos hídricos no Brasil*. Porto Alegre: ABRH, 2003.

Vieira, L., H.; Rodriguez, T., T.; Barra, M., F., W. - *Erodibilidade de Solos Residuais de Feição Erosiva e Mecanismo de Propagação*. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 5, n. 12. 2019.

Wischmeier, W., H.; Smith, D., D. *Rainfall energy, and its relationship to soil loss*. Transactions, American Geophysical Union, 1958

Wischmeier, W., H.; Smith, D. D. *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning*. Washington: USDA, 1978.