

GEOMORFOTECNOGÊNESE NA SUB BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MACAMBIRA, CEARÁ, BRASIL

Geomorphotecnogenese in the Macambira River hydrographic sub basin, Ceará, Brazil

Geomorfotecnogenese en la subcuenca hidrografica del Río Macambira, Ceará, Brasil

Bruna Lima Carvalho
Universidade Estadual Vale do Acaraú
brunanelore@gmail.com

José Falcão Sobrinho
Universidade Estadual Vale do Acaraú
falcao.sobral@gmail.com

Ana Paula Pinho Pacheco Gramata
Universidade Estadual Vale do Acaraú
anappacheco@gmail.com

Luiza Câmara Beserra Neta
Universidade Federal de Roraima
luiza.camara@ufrr.br

Resumo

A pesquisa utilizou o relevo como elemento norteador, o qual integra o substrato de todas as atividades humanas. O relevo como elemento natural, está em contínuo processo de evolução através de suas dinâmicas, o que ocorre naturalmente na natureza. Entretanto, o constante uso que sobre este se estabelece pelo homem impõe uma nova dinâmica a essa evolução, alterando de forma significativa a escala temporal da mesma. É em função disso, que o homem pode ser considerado um agente geológico-geomorfológico de caráter novo e diferenciado, pois possui a capacidade de fazer novas combinações das propriedades e do modo de ser da natureza, gerando novos modos de funcionamento conforme suas necessidades e intenções. No contexto das formas que advém da ação humana denominamos as mesmas de Geomorfotecnogênese, uma ampliação ao entendimento de tecnogênese. Isto posto, em pesquisa realizada na Sub Bacia Hidrográfica do Rio Macambira, no estado do Ceará.

Palavras chave: geomorfotecnogênese, geotecnogênese, relevo.

Abstract

The research used the relief as a guiding element, which integrates the substrate of all human activities. The relief as a natural element is in a continuous process of evolution through its dynamics, which occurs naturally in nature. However, the constant use of it by man imposes a new dynamic on this evolution, significantly disturbing its temporal scale.

It is because of this that man can be considered a geological-geomorphological agent of a new and differentiated character, as he has the ability to make new combinations of properties and the way of being of nature, generating new ways of functioning according to his needs and intentions. In the context of the forms that come from human action, we call them Geomorphotechnogenesis, an expansion to the understanding of technogenesis. That said, in a survey carried out in the Macambira River Sub Basin, in the state of Ceará.

Keywords: geomorphotechnogenesis, geotechnogenesis, relief.

Resumen

La investigación utilizó el relieve como elemento rector, que integra el sustrato de todas las actividades humanas. El relieve como elemento natural se encuentra en un continuo proceso de evolución a través de su dinámica, que se da de forma natural en la naturaleza. Sin embargo, el uso constante de la misma por parte del hombre impone una nueva dinámica a esta evolución, perturbando significativamente su escala temporal. Es por esto que el hombre puede ser considerado un agente geológico-geomorfológico de carácter nuevo y diferenciado, ya que tiene la capacidad de realizar nuevas combinaciones de propiedades y la forma de ser de la naturaleza, generando nuevas formas de funcionamiento de acuerdo a sus necesidades e intenciones. En el contexto de las formas que provienen de la acción humana, las llamamos Geomorfotecnogénesis, una ampliación a la comprensión de la tecnogénesis. Dicho esto, en investigaciones realizadas en la Subcuenca del Río Macambira, en el estado de Ceará.

Palabras clave: geomorfotecnogénesis, geotecnogénesis, reliev.

Introdução

Fazendo uma reflexão dentro de um contexto histórico, inicialmente os ambientes naturais apresentavam-se em estado de equilíbrio dinâmico, contudo, as sociedades humanas passaram gradativamente a intervir de forma cada vez mais acentuada na apropriação dos recursos naturais. Vale salientar que nos últimos anos o avanço tecnológico em um contexto geral trouxe rápidas transformações nos sistemas de produção, com isso houve uma intensa pressão sobre a natureza, causando muitas vezes alterações irreversíveis ao meio.

Nas últimas décadas, as atividades antrópicas (aquicultura, extrativismo mineral, agricultura, pecuária, entre outros) têm contribuído para o aceleração do processo de degradação ambiental, resultando no desequilíbrio dos ecossistemas. Aponta-se que, no caso das bacias hidrográficas, os impactos são cumulativos ao longo das terras drenadas.

Para Morais e Jordão (2002), as atitudes comportamentais do homem, desde que ele se tornou parte dominante dos sistemas, tem uma tendência em sentido contrário à manutenção do equilíbrio ambiental. Logo, os impactos causados pelas ações antrópicas

estão relacionados ao consumo dos recursos naturais de forma acelerada do que aquele no qual eles podem ser renovados pelo sistema ecológico.

Então, as paisagens passaram a se tornar vulneráveis a vários tipos de impactos de ordem ambiental, como enchentes, deslizamentos de barreiras, escassez de água, erosão dos solos e vários outros descaminhos naturais, os quais são intensificados pela incapacidade do homem de viver harmonicamente com seu meio. Na perspectiva geológica-geomorfológica tais níveis de impactos compreendem os materiais, os processos e as formas ocorrentes. A Sub Bacia do Rio Macambira, localizada no estado do Ceará, Brasil, se enquadra nesses fenômenos, principalmente pelas relações que há entre sociedade e meio.

Tais modificações nos ambientes chegam a criar formações divergentes ao estado natural, o que se vem a chamar de ambientes tecnogênicos. Conforme Dias (2016), os depósitos e feições tecnogênicas constituem importantes testemunhos das alterações impressas pelas sociedades ao meio natural. Sua identificação, do ponto de vista dos materiais constituintes e dos locais de ocorrência, é indicativa da forma de apropriação do meio físico, uma vez que a ocorrência, composição e estrutura dos materiais tecnogênicos está relacionada à ação humana desenvolvida naquele ambiente, podendo conter materiais autóctones, remobilizados e artefatos manufaturados diversos (DIAS, 2016).

Contudo, em uma visão que envolve os elementos integrados da natureza procuramos priorizar a terminologia Geomorfotecnogênese quando se trata de alterações que são associadas não somente a feições geológica e a geomorfológica ou seja, quando o solo tem uma atuação importante nesse processo e movido por ações humanas.

Desta forma, a presente pesquisa buscou identificar evidências da ação antrópica na formação de depósitos e feições geomorfotecnogênicos e, conseqüentemente, alteração nas formas do relevo; bem como identificar e caracterizar os processos e formas fruto de tal relação.

Área de estudo

Tem-se como recorte espacial a Sub bacia do Rio Macambira (figura 1), compreendo uma área total de aproximadamente 3371,52 km², a mesma integra a bacia do Poti, a qual desagua na bacia do Parnaíba. A sub bacia insere-se no Planalto da Ibiapaba, o qual constitui uma megaforma de relevo, atingindo cotas altimétricas de 1000 m. Representa um relevo dissimétrico do tipo homoclinal, com front voltado para o Ceará e reverso

evoluindo suavemente para o Piauí, fazendo a divisa entre esses dois estados (CLAUDINO-SALES *et al.*2020).

O Planalto da Ibiapaba constitui uma megaforma de relevo. Representa um relevo dissimétrico do tipo homoclinal, com front voltado para o Ceará e reverso evoluindo suavemente para o Piauí, fazendo a divisa entre esses dois estados (CLAUDINO-SALES *et al.*2020).

O Planalto da Ibiapaba - denominado de Serra da Ibiapaba no segmento setentrional e de Serra Grande no segmento meridional -, sustentado por rochas sedimentares paleozoicas, é um grande exemplo de serra úmida, mormente no seu segmento setentrional (CLAUDINO SALES *et al.* 2020).

Acerca da caracterização da área de estudo, Tabarelli e Santos (2004), mencionam que no nordeste brasileiro encontramos os “Brejos de Altitude” que são encraves da Mata Atlântica, formando ilhas de floresta úmida em plena região semiárida cercadas por vegetação de caatinga, tendo uma condição climática bastante atípica com relação à umidade, temperatura e vegetação. O Planalto Sedimentar da Ibiapaba encaixa-se nestas características, sendo assim são considerados Brejos de Altitude.

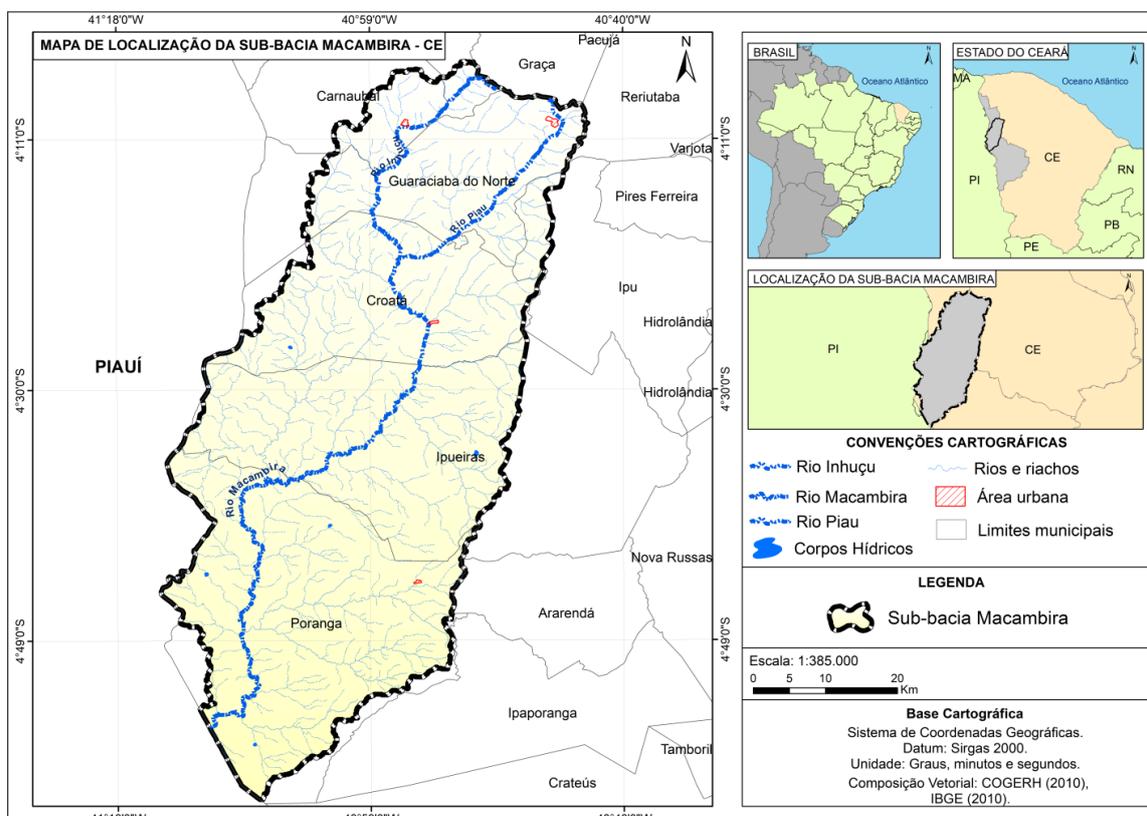


Figura 1 – Mapa de Localização da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Macambira/CE

Fonte: COGERH (2010), IBGE (2010)

O relevo desempenha influência determinante sobre a vida humana, sendo este o palco das atividades antrópicas, onde o homem enquanto ser social e cultural, habita, planta, colhe, constrói e desenvolve suas sociedades. Sobre isso, Ross (1990) e Falcão Sobrinho (2007, 2020), colocam que toda ação humana no ambiente natural ou alterado causa algum impacto em diferentes níveis, gerando alterações com graus diversos de agressão, levando às vezes as condições ambientais e processos até mesmo irreversíveis. Precisamente na Sub bacia do Rio Macambira o relevo é palco de várias atividades antrópicas.

Segundo Rodrigues (1997), em fins do século XIX e início do século XX, alguns estudos já apontavam caminhos para a inserção do antrópico na pesquisa geográfica e geomorfológica. Conforme Suertegaray (1997), a concepção do homem enquanto agente transformador do relevo surge, na geomorfologia brasileira, na década de 1950, a partir do artigo de Felds (1958). No entanto, é a partir da década de 1970, que os aspectos antrópicos passam a ser considerados na Geografia e em especial na Geomorfologia, tornaram-se expressivos, a partir da adoção da abordagem sistêmica (GOUVEIA, 2010).

Com base no contexto, Gouveia (2010) comenta que a inserção dos aspectos antrópicos na Geografia Física e, em especial, na Geomorfologia, possibilitada pela adoção da abordagem sistêmica, na década de 1970, reflete o contexto histórico da época. Foi justamente nesse contexto que as preocupações mundiais diante de problemas socioambientais começaram a manifestar-se, e a chamada questão ambiental passa a ter mais visibilidade nos debates à nível acadêmico.

Dentre as modificações, as quais geram impactos, estão as que ocorrem nas linhas divisórias de água sob o efeito dos agentes erosivos, alargando ou diminuindo sua área. Sendo assim, áreas como a de uma bacia hidrográfica é possível encontrar diversas transformações ambientais provocadas pela ação humana, fato esse exemplificado por meio de impactos gerados que são decorrentes muitas vezes pela ausência de um planejamento.

Neste contexto, é possível ressaltar que a exploração dos recursos naturais traz consequências inevitáveis ao meio ambiente. Lemos (2001), ressalta que os impactos sobre os recursos naturais podem ter a colaboração ou mesmo a indução da ação antrópica por meio das práticas de desflorestamento, agricultura predatória, utilização da cobertura vegetal como fonte de energia e incorporação de terras marginais no processo de produção agropastoril, resultando um processo de depredação da base de recursos naturais.

Nesta perspectiva, depreende-se que a ação antrópica vai contribuir de forma muito significativa para a degradação de qualquer meio natural, pois uma ação sem planejamento vai ser prejudicial para o meio ambiente, pois as relações exploratórias dos recursos naturais, se dão a partir da ocupação do solo como meio de extrair recursos para subsistência e para o crescimento econômico.

Com relação aos processos erosivos e suas fases, o qual está presente nesta discussão, define-se como um fenômeno que existe há milhões de anos. O termo “erosão” se refere a um:

Conjunto de processos que atuam na superfície terrestre, levando à remoção de materiais minerais e rochas decompostas. Quando a água constitui o agente essencial o processo de dissolução torna-se muito importante. Os principais agentes de remoção física e transporte durante os processos de erosão são os seguintes: eólico, fluvial, marinho e glacial. (SUGUIO, 1998, p. 276).

Conforme explica Fushimi (2012), que algumas propriedades dos solos, como: teor de matéria orgânica, textura, densidade, porosidade e estrutura, bem como características das encostas, da cobertura vegetal, da erosividade da chuva e do uso da terra, interferem direta ou indiretamente na quebra dos agregados. Ainda de acordo com a autora, a tendência é que essas partículas preencham os poros do solo, causando a selagem e a redução da porosidade, eventos que reduzem as taxas de infiltração.

Quando o solo está saturado, a água tende a se deslocar para áreas a jusante. A princípio, o fluxo é difuso, escoamento em lençol ou laminar, promovendo, assim, a erosão em lençol ou erosão laminar (FUSHIMI,2012).

Guerra (1999) faz a distinção entre ravinas e voçorocas, empregando o seguinte critério dimensional: ravinas são incisões de até 50 centímetros de largura e profundidade, enquanto valores superiores são denominados voçorocas.

Todavia, muitas atividades praticadas pela sociedade desencadeiam e intensificam as etapas erosivas naturais (erosão acelerada, antrópica ou antropogenética), acarretando desequilíbrios e degradações na paisagem (FUSHIMI,2012).

Pode-se mencionar que atualmente, a erosão dos solos é um processo pertinente que atinge tanto ambientes urbanos quanto rurais. É de relevância destacar que é um fenômeno natural, no entanto, induzido e intensificado pela ação da sociedade, resultantes em paisagens degradadas, como nas áreas rurais da sub bacia hidrográfica do rio Macambira.

Ainda com base em Gouveia (2010) a intensificação da pressão sobre os recursos naturais e a consequente ampliação dos “riscos ou acidentes” ambientais como a erosão dos solos agrícolas, a desertificação, a poluição atmosférica, entre outros; despertam a necessidade de avaliar a magnitude e as repercussões da interferência antrópica nos sistemas naturais.

Para complementar a discussão acerca do fator antrópico, Ross (1990), menciona que a atuação do homem como ser racional e como agente econômico gerador de riquezas, normalmente, ao intervir no ambiente natural, afeta de imediato a cobertura vegetal, retirando-a toda ou parcialmente por meio de queimadas.

No que concerne relacionar a presente discussão a área de estudo, Brasil (2011) ressalta que o território da Ibiapaba tem uma fragilidade quanto ao meio ambiente onde este varia de moderadamente instável à ambientalmente estável devido a causas naturais como a declividade, e a causas antrópicas como o desmatamento para atividades de extrativismo mineral, agricultura extensiva, uso e apropriação do relevo, dentre outras.

Em decorrência da Ibiapaba ser uma região extremamente rica nos seus aspectos naturais, a mesma enfrenta diversos problemas de ordem ambiental, como, por exemplo, desmatamento para o cultivo do solo, queimadas com a finalidade de limpar o solo, agrotóxicos, lixos oriundos das cidades depositados de forma incorreta no meio ambiente e ainda problemas de ordem natural como a erosão de áreas de encostas, etc.

O estudo do relevo tecnogênico, morfotecnogênico e geomorfotecnogênico

O objetivo dessa discussão pauta-se em apresentar proposições acerca de alguns conceitos básicos sobre o Tecnógeno e o seu desdobramento para se chegar as terminologias de morfotecnogênico e geomorfotecnogênico, tema este que vem sendo discutido cada vez mais no campo das Geociências, em decorrência das intensas transformações provocadas ao meio ambiente pelo homem.

Com a Revolução industrial a intervenção humana intensificou-se sobre o meio ambiente, iniciou-se um processo de alteração das condições naturais, a começar pela conversão de florestas em pastagens e áreas de cultivo, no intuito de facilitar a instalação dos grupos humanos e possibilitar a extração dos recursos necessários à sua sobrevivência (DIAS, 2016).

As significativas alterações provocadas pela ação humana no ambiente resultaram na proposição de um novo período geológico intitulado Tecnógeno ou Quinário (MENDES; FELIPPE, 2016). No tocante ao tempo geológico, vale ressaltar que o Quinário e o

Tecnógeno constituem termos relativos a um período e uma época, respectivamente. Conforme a proposta estabelecida por Ter-Stepanian (1988) (apud DIAS, 2015, p. 50), o Quinário seria um período e o Tecnógeno sua época correspondente. A denominação “Tecnógeno” deriva do caráter técnico das intervenções humanas sobre as paisagens.

Assim, o Quinário-Tecnógeno é marcadamente o período da geo-história no qual a ação humana difere-se qualitativamente da atividade biológica, desencadeando processos tecnogênicos de intensidade, por vezes, superior à dos processos naturais (DIAS,2016).

Seguindo a discursão acerca do papel do ser humano na natureza, Peloggia (1997) deixa claro que através de suas atividades produtivas, tem gerado efeitos geológicos, incluindo efeitos geomorfológicos, que se acumulam em quantidade e se diversificam em qualidade.

O relevo tecnogênico, por sua vez, é resultante da alteração da fisiografia das paisagens pela morfotecnogênese, esta pode ser definida como a ação geomorfológica da sociedade, e abrange os modelados cujo agente geomórfico é o homem (PELOGGIA, 1998).

De acordo com Peloggia e Oliveira (2005), a *morfotecnogênese*, pode acarretar a geração de formas ou feições de primeiro tipo e de segundo tipo. As primeiras são aquelas originadas de processos tecnogênicos degradacionais, onde ocorre a mobilização de material. Entre as formas de primeiro tipo os autores op.cit, exemplificam os terrenos rampeados por terraplanagem e as vertentes ravinadas. Ressaltando que estas ações podem ocorrer de forma direta ou indireta.

Conforme explicação de Peloggia (1999), a ação indireta ocorre por meio de alterações nas características hidrológicas de um local, na estrutura superficial da paisagem, nos vetores e limiares de atuação dos processos. Enquanto a ação direta acontece por meios mecânicos que geram geometrias próprias ou que possuem alguma relação com as superfícies anteriores.

Já as formas de segundo tipo estão relacionadas aos processos tecnogênicos agradacionais, os quais resultam em acumulação de material geológico. Neste âmbito também podem ter implicações diretas de deposição que ocorrem através de meios mecânicos ou indiretas relacionadas à degradação, podem ser citados os exemplos os aterros e morrotes artificiais e as planícies aterradas. Podem configurar, portanto, “rampas” e “terraços” originados por materiais carreados das encostas, cedidos por processos erosivos intensificados e que colmatam a base das vertentes e assoreiam os canais com material colúvio-aluvionar. (DIAS,2016).

Ainda de acordo com Peloggia (2005), a modificação do relevo é de fato um dos aspectos significativos e certamente o mais evidente, da ação do homem sobre a superfície da terra. Com relação aos estudos dos pesquisadores brasileiros, sobre a importância da consideração da influência das atividades humanas na superfície terrestre, foi destacada por (CHRISTOFOLETTI, 1967 apud PELOGGIA, 2005, p. 25). O referido autor destaca a primordialidade da consideração pelas pesquisas geomorfológicas, das “nuances que os processos assumem frente à ação humana” e de suas consequências frequentemente desastrosas.

É importante ressaltar que pesquisas do referido autor tratam de forma integrada os elementos da natureza, inclusive colocando que cada elemento se constitui em um sistema: sistema climático, sistema pedogenético, sistema geológico e sistema antrópico, os quais associativos ao relevo, tanto em sua morfoestrutura quanto na morfoescultura. Partindo desta premissa associamos a condição de novas formações a terminologia de geomorfotecnogênese.

A geomorfotecnogênese tenderia a considerar, ainda, as feições incorporadas aos estudos da etnogeomorfologia. A ação antropogênica vem sendo a força que exerce uma forte influência no modulado da paisagem, suas ações são contínuas e expressam-se de forma lenta ou intensa. A ação do homem relaciona-se diretamente com a dimensão que ele tem para com o lugar, com o modo de lidar com a terra, tendo ali sua fonte de sustentação. Neste contexto podemos citar o trabalho de Wilcock (2011), intitulado “Paisagens Vivas: etnogeomorfologia”, fruto das ações humanas consolidando novas paisagens e denominadas de etnogeomorfologia.

Nesse contexto, destaca-se nessa temática, Rodrigues (1999), com a “antropogeomorfologia”, considerando as ações humanas como ações geomorfológicas, neste sentido, significa considerar que esta atividade promove mudanças nos atributos das formas, das posições dos materiais (geológicos) e nas taxas, balanços e vetores dos processos relacionados. Outro destaque está na obra de Peloggia (1998), o qual insere o estudo da ação geomorfológica humana (modificação do relevo e dos processos morfoesculturais) como um aspecto da ação geológica do homem, discutindo-se a questão da do relevo tecnogênico.

Em sequência a discussão, é oportuno explicar de forma mais abrangente sobre magnitude e os efeitos das intervenções no meio natural, sobre isso Dias (2016) menciona que estas

intervenções dependem primeiramente da natureza da intervenção e das características ambientais do local no qual se desenvolvem.

Secundariamente, estas possuem um forte componente escalar, de forma que não se restringem apenas ao nível local, podendo acarretar mudanças em diversos componentes do meio físico, além do local de intervenção (DIAS, 2016). Ademais, sob um viés geológico-geomorfológico, tais mudanças incluem processos e as formas ocorrentes. De forma geral a ação do homem e suas respectivas repercussões sobre os ambientes podem ser analisadas e compreendidas a partir de diferentes níveis de abordagens, considerando às formas, processos, formações e depósitos superficiais existentes no ambiente.

De modo geral o conjunto desses níveis de ação vem a denomina-se tecnogênese. O termo tecnogênico demonstra a importância em considerar que os eventos resultantes da ação humana refletem uma ação técnica e, neste aspecto, sua adoção tem larga vantagem sobre o antropogênico, pois a técnica surge com o homem e marca a sua evolução (OLIVEIRA,1990 p.25). Contudo, pode-se discutir qual o nível de implementação da técnica, associada a grandes maquinários ou se concernente a práticas habituais de queima, roçado e erosão sistemática ao longo dos anos.

É justamente com a influência humana na fisiologia das paisagens (criação e modificação de processos geológicos superficiais) e na criação de depósitos sedimentares correlativos (estratigrafia), uma das três facetas fundamentais do processo que se denomina de geotecnogênese: a transformação do ambiente geológico pelo homem (PELOGGIA,2005). Em continuação ao contexto, os chamados processos tecnogênicos também possuem influência no acúmulo de materiais geológicos, diretamente proporcionados por meios mecânicos ou correlativamente à degradação, desta forma sendo produzidos depósitos tecnogênicos, os quais correspondem.

As concepções existentes com relação aos depósitos tecnogênicos são variadas dentro da comunidade científica e entidades competentes como o Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Chemekov (1982) e Ter-Stepanian (1988) (apud DIAS, 2015, p. 50) concordam que os “os depósitos tecnogênicos são marcados por grande variedade, feições diferenciadas claras, diversidade de composição e grande variação de espessura”. Já a CPRM denomina como “depósitos tecnogênicos” os sambaquis, aterros, lixões e pilhas de rejeito, englobando-os na categoria de formações superficiais (PELOGGIA, 1998). Sobre isso, Oliveira (1994, p.78) dar à seguinte conclusão:

Além de seu conteúdo, a forma de ocorrência dos depósitos tecnogênicos também responde a um conjunto de técnicas de uso do solo, específico do estágio de evolução do homem, segundo as circunstâncias históricas da região considerada [...]esta forma de abordar os impactos da ação humana no meio ambiente aponta a expressão “tecnogênico” como a mais rica na conceituação dos referidos depósitos.

Em decorrência da heterogeneidade destes materiais, a classificação dos ambientes de formação dos depósitos configura-se como uma tarefa complexa. É necessário considerar que estes depósitos são resultados de uma ação em específico, quer dizer, a atividade antrópica, e desta forma a sua classificação deve estar relacionada a ação desenvolvida em determinado ambiente bem como ao tipo de material encontrado.

Procedimentos Metodológicos

As atividades desenvolvidas para a execução deste trabalho compreenderam o levantamento bibliográfico acerca da temática tecnogênica, trabalhos de campo e trabalho de gabinete.

Os registros fotográficos foram primordiais nesta etapa, foram adquiridas vinte e cinco imagens fotográficas com auxílio de câmara fotográfica modelo Motorola XT2053-2, auxiliando na identificação das modificações do relevo em termos de processos e formas tecnogênicas resultantes das ações antrópicas nos compartimentos do relevo. A identificação dos níveis de abordagens em processos, depósitos e formas tecnogênicas baseou-se nos trabalhos de Peloggia (1997;1998,1999); Peloggia e Oliveira (2005); Dias (2016); Mendes e Felipe (2016).

Dentre as abordagens acerca da tecnogênese, em campo foram identificadas as superfícies geomórficas: a escavação, aterros, erosão ou deposição sedimentar, o que denominamos de geomorfotecnogênese.

De forma geral os critérios utilizados para classificar basearam-se em Peloggia e Oliveira (2005). Classificando a morfotecnogênese em geração de formas ou feições de primeiro e segundo tipo.

As primeiras originadas de processos tecnogênicos degradacionais: onde ocorre a mobilização do material.

As segundas originadas de processos agradacionais: onde ocorre a acumulação do material.

Levou-se em consideração a análise observacional das áreas, considerando a alteração por meio a ação técnica da sociedade. As quais resultam em formas que antes não estavam presentes sem a interferência antrópica.

Os processos e formas tecnogênicas foram identificadas predominantemente no alto curso, em áreas de vales fluviais ou nas proximidades. Em decorrência desse setor possuir muita ocupação, a exemplo, da expansão urbana e agricultura.

Foram identificados no médio curso, alterações resultantes em processos e formas tecnogênicas em áreas de vertentes de morros. A exemplo das pedreiras, processos erosivos avançados, ocasionados pela retirada de vegetação, uma fonte de renda da região. A porção do médio curso possui limitações físicas, menos precipitação, solos poucos férteis, o que justifica, atividades voltadas para extração de madeira em maior escala.

Resultados e Discussão

As superfícies geomórficas identificadas são relacionadas à escavação, aterros, erosão e deposição sedimentar, as quais serão discutidas abaixo:

No alto curso da sub-bacia, foram encontradas alterações tecnogênicas, resultantes neste caso do processo de urbanização, conforme na figura 2-a, observa-se que o fluxo de sedimentos está sendo direcionado para o fundo de um vale, em áreas de nascentes, indicado pela seta vermelha. Vale salientar que neste caso observado, os processos geomorfológicos resultantes se intensificam nos períodos chuvosos.

Nesta área, recentemente foi aberto uma via (figura 2-a), para desviar o fluxo de carros que passam pela sede de Guaraciaba do Norte em direção a cidade de Ipu/Ceará a qual ainda está em construção. No que se refere ao planejamento de rodovias, ferrovias, linhas de transmissão, oleodutos, etc., encontram nos estudos geomorfológicos, o qual temos como base neste estudo, apoio técnico-científico. Pois, em grande maioria os problemas relacionados a essas atividades, como deslizamentos, rompimentos desabamentos, etc., podem ser evitadas se baseados em estudos de cunho geomorfológico.

Referente a esta situação, na (figura 2-b) observa-se a abertura de uma estrada em relevo íngreme, com altas declividades (>75%). Trata-se de um acesso em sentido ao topo do morro, para fins turísticos no município de Croatá/CE. No entanto, em atividades in loco, observou-se os riscos, nota-se que não houve um estudo que mensurasse os possíveis impactos, como os desmoronamentos, riscos de acidentes, descaracterização da vertente, constituindo alterações tecnogênicas no relevo.

As formas mais suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa são aqueles onde a supressão da vegetação se dá em setores íngremes das suas vertentes. No exemplo (figura 2-a), a ocupação da vertente se deu por uma obra de engenharia, onde ocorreu cortes, que são segmentos de rodovia cuja implantação requer a retirada da vegetação e a escavação do terreno natural ao longo do eixo e no interior dos limites das seções da via. O material resultante da escavação foi depositado paralelo a via.



Figura 2 – a- Carga de Sedimentos resultante da escavação da via CE no Município de Guaraciaba do Norte, apresentando movimentos de massa intenso em direção ao fundo de vale, b- Abertura de via em área de declividade alta.

Fonte: os autores (2021).

A despeito dos processos erosivos, estes constituem-se uma forma natural de modelagem do relevo, porém, com a interferência antrópica nos elementos e processos naturais, há a propensão a alterar o equilíbrio dinâmico das paisagens.

O fator declividade age como um intensificador destes processos, uma vez que o escoamento superficial tende a ganhar energia, atingindo o talvegue com grande potencial erosivo, assoreando os cursos de água e proporcionando a formação de materiais de origem tecnogênica nas áreas mais rebaixadas, podendo gerar um quadro de degradação ambiental, e por conseguinte comprometendo a quantidade e qualidade dos corpos hídricos. A figura 3 apresenta a diversidade de declividade da área de estudo.

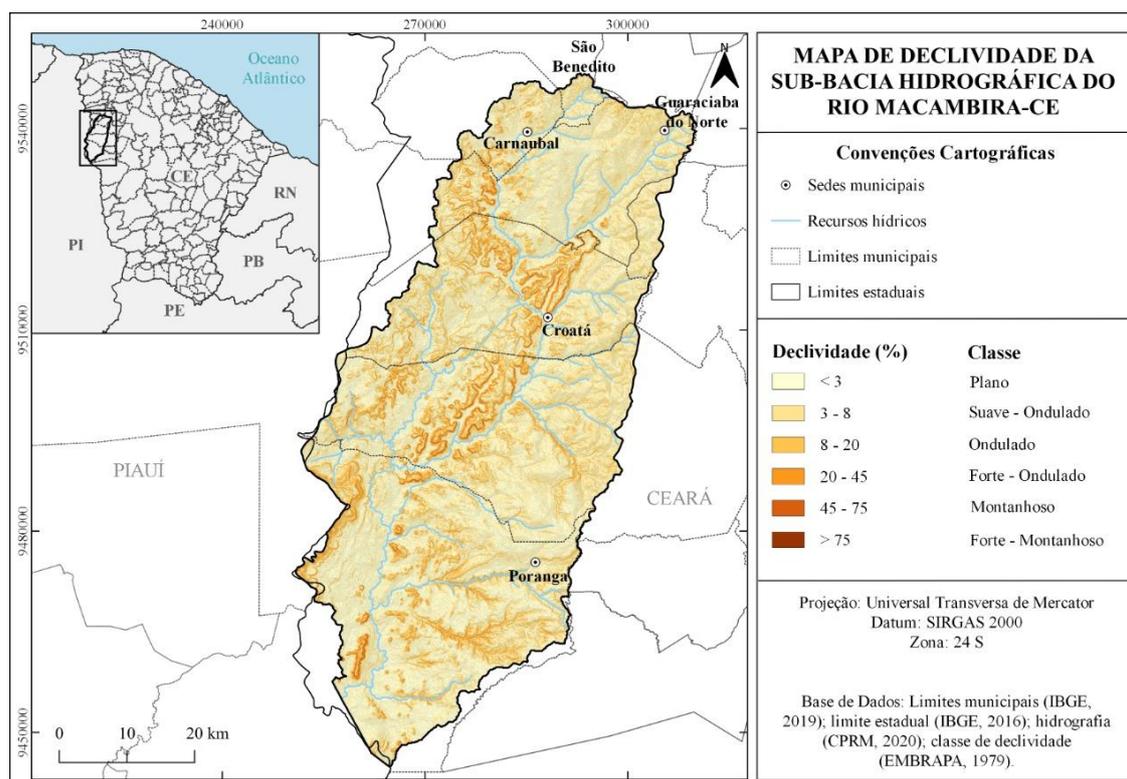


Figura 3 – Mapa de Declividade da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Macambira/CE
Fonte: CPRM (2003), EMBRAPA (2018)

Outra questão identificada nesta situação é a ausência de vegetação, sendo esta indispensável para a estabilidade das vertentes bem como para a proteção aos perigos e desastres naturais. As raízes possuem um papel importante de agregam as partículas do solo, aumentando a coesão e a resistência do solo, facilitam a infiltração de água no solo o caule e as folhas reduzem a erosão laminar, (COELHO; PEREIRA, 2006).

Ainda nesta discussão, Venturi (2004), reforça que uma rodovia, por exemplo, deve evitar cortes nas vertentes para não desestabilizar e assim aumentar riscos de deslizamentos; ao mesmo tempo, o traçado de uma estrada deve evitar trechos muito próximos à linha de talvegue de forma a assegurá-la contra inundações e diminuir o número de pontes que encarecem a obra e sua manutenção.

Em contrapartida, dependendo da tipologia do relevo, ao evitar os cortes em vertentes e os fundos de vale, um traçado passando preferencialmente por topos e interflúvios pode acentuar a sinuosidade aumentando assim as distâncias, os custos e os riscos de acidentes, observado na figura 2-b.

Todas essas orientações citadas acima podem ser obtidas por meio de estudos geomorfológicos.

O entendimento do relevo, sobretudo correlacionado a declividade, servem de suporte para elementos restritivos, como por exemplo, áreas de preservação permanente que são obrigatoriamente mantidas em declives acima de 45°. As situações encontradas na figura 2, mostram áreas a se tornarem zonas de riscos, quando na estação chuvosa, o material do asfalto poderá desagregar e causar deslizamentos.

Amorim e Oliveira (2007), trazem o alerta que as encostas constituem uma forma de relevo caracterizada por uma acentuada fragilidade natural, que sob a interferência humana, pode sofrer a aceleração de processos erosivos. Fomentado a ocorrência de perigos naturais, eventos capazes de produzir danos ao espaço físico e social, ou mesmo, desastres naturais, quando os impactos atingem segmentos da sociedade e/ou infraestrutura (ALCÁNTARA-AYALA, 2002).

Moura-Fé (2017), reforça que o processo modelador que está associado ao escoamento superficial, sendo o conjunto de movimentos de massa, conceituados como a movimentação de coberturas como solos ou sedimentos inconsolidados em encostas. Correlacionado à declividade, de forma natural, as áreas mais íngremes da área de estudo, como os setores de vertentes dos relevos mais elevados, configuram-se como áreas mais propícias para a ocorrência de movimentos de massa.

Na área do reverso úmido, alto curso, em áreas de pastagens, foram encontrados processos erosivos lineares (sulcos e ravinas) os quais são acentuados pelo pisoteio do gado que aceleram a compactação do solo em formato de caminhos, ocasionando então a redução da infiltração e o incremento do fluxo linear (figura 4-a). É possível observar inclusive a direção do fluxo das águas pluviais indicados pelas setas em vermelho favorecido pela declividade.

As atividades realizadas pela sociedade na natureza, quando ocorridas de forma desordenada, podem acarretar ou intensificar eventos, como os processos erosivos, transformando as paisagens naturais em áreas degradadas, observa-se a substituição de forma gradativa de áreas de mata úmida, em pastagens exemplificada na (figura 4-a), fazenda localizada próxima ao Distrito de Inhuçá- São Benedito.

Nas áreas do reverso imediato, fica nítido o quanto a mata úmida já foi desmatada, dando lugar a cobertura vegetal de gramínea para fins de pastagem, alinhado ao relevo ondulado, pouca presença de vegetação e as inclinações há o favorecimento dos processos erosivos

lineares. Apesar destas atividades não serem predominante neste setor, identificou-se pontualmente grandes áreas com destaque a pecuária extensiva, ocasionando descaracterizações no ambiente local.

Na figura 4-a, observa-se sob a conjuntura das influências antrópicas no ambiente, sendo materializadas no surgimento e desenvolvimento de manifestações erosivas, favorecidas pela supressão da vegetação, podendo acarretar desequilíbrios e degradações na paisagem. Embora nas áreas rurais, o nível de impermeabilização do solo seja inferior às cidades, no entanto, essas áreas se encontram alteradas, houve nesse caso, a conversão das florestas em pastagens, inclusive em Áreas de Preservação Permanente (APP), próximo a corpos hídricos (figura 4-b).



Figura 4 – Áreas de Pastagens situadas no alto curso. a- Processo erosivo intensificado pelo pisoteio do gado, b- Mata úmida descaracterizada dando lugar as áreas de pastagens. Fonte: os autores (2021).

Fushimi (2012) alerta quanto ao uso da terra pela pastagem, sendo que este propicia um quadro de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares, principalmente do tipo ravinas.

A figura 5 ilustra um depósito tecnogênico encontrado no alto curso da planície do rio piauí, encontra-se em um fundo de vale.



Figura 5 – Depósitos tecnogênicos de acumulação encontrados no fundo de vale no alto curso. Fonte: Os autores (2021).

Estes depósitos de origem tecnogênica, como depósitos sedimentares oriundos de uso e ocupação, como materiais de construção são desprendidos e transportados pelo escoamento superficial e vinculados a precipitação são depositados nos cursos d'água. Este processo proporciona a diminuição do leito fluvial, intensificando o assoreamento bem como gerando um desequilíbrio no curso natural do rio. Isso decore da intensa ocupação especialmente as margens dos rios.

Dias (2016), reforça que as alterações na fisiologia da paisagem expressas na criação de depósitos tecnogênicos possuem vínculo com os modos de uso e ocupação do solo. Referente as áreas com potencial a fragilidade ambiental, cujos atributos físicos denotam suscetibilidade natural ao desencadeamento de processos acelerados, as modificações antrópicas podem induzir e acelerar respostas em termos degradacionais, expressos na maioria das vezes em feições erosivas, e em termos agradacionais no assoreamento de cursos d'água, conforme registrado na (figura 5), ambos processos naturais acelerados pela intervenção humana, com efeitos nas formas de relevo.

Foram identificadas marcas antrópicas que pode ser encaixada no nível de modificação do relevo e alterações fisiográficas da paisagem. Como por exemplo áreas de vertentes sendo modificadas, a (figura 6-a) mostra claramente a retirada de material da própria vertente para a abertura de uma estrada para ter o acesso até o topo do morro, tipo de forma de relevo expressiva espacialmente na área do reverso seco. Onde predomina as classes de dissecação forte, comandados inclusive pela ação de processos desnudacionais, esculpindo e modelando o relevo. Deixando em evidencia os terrenos mais resistentes a estes processos.

É válido chamar a atenção para os impactos identificados nesta área, dentre eles está a ocupação em uma vertente íngreme, no período chuvoso os sedimentos expostos serão transportados para os fundos de vales ocasionando o assoreamento dos cursos fluviais. As feições originadas de processos tecnogênicos degradacionais, no caso dessa vertente que está sendo rampeado por terraplanagem (figura 6-a), os quais implicam na mobilização de material geológico.

Com o desmatamento e a remoção dos solos na vertente, esta área ficará desprotegida, neste caso observado, a alteração da geometria da vertente intensificará os processos erosivos e movimentos de massa.

Uma forma tecnogênica pode ser observada, trata-se de um tanque com o intuito de armazenamento de água para fins de irrigação, figura 6-a aproximada a esquerda, essas áreas possuem a vantagem de serem localizadas em altitudes elevadas, favorecendo a irrigação por gravidade. Esta forma é resultante de uma ação direta de processos agradacionais por meios mecânicos, gerando uma geometria em forma de reservatório, esta feição morfotecnogênica é configurada por materiais retirados da própria vertente.

Com relação as duas situações tanto a abertura da estrada como a terraplanagem e a forma tecnogênica do reservatório, provocaram impactos diretos e indiretos, as áreas de fundos de vales receberam grande quantidade de sedimentos oriundos das encostas que resultará em assoreamento dos canais e em aterramento da base da vertente. Estes processos tecnogênicos alinhados com a declividades e as águas das chuvas favorecerá intensamente o transporte dos sedimentos.

As alterações impressas na paisagem através de processos e feições tecnogênicas possuem vínculo com as formas de apropriação do relevo. Nos casos identificados em campo, pode-se mencionar que se trata de áreas que apresenta fragilidade, apresentando alta suscetibilidade erosiva dos solos e elevada declividade acima de 20%. As modificações antrópicas mapeadas podem provocar resultados em termos agradacionais no assoreamento dos cursos d'água e em termos degradacionais que será impresso no relevo por feições erosivas. Ambos os processos naturais serão acelerados pela intervenção antrópica, com repercussões no âmbito natural e social.

A descaracterização evidenciada na figura 6-b se dar em uma ponta de morro, que apresenta vertente retilínea e declividades acentuadas, com altitudes em torno de 700 m. Em atividades in loco, observou-se a expressiva alteração nesta forma de relevo, visto que é uma atividade predominante na área, a extração mineral “pedreiras”, para fins

comerciais. Importante destacar que a extração é de forma manual, os trabalhadores fazem esses serviços a custos muito baixo, posteriormente esse material é vendido para compradores que fazem a distribuição comercial.

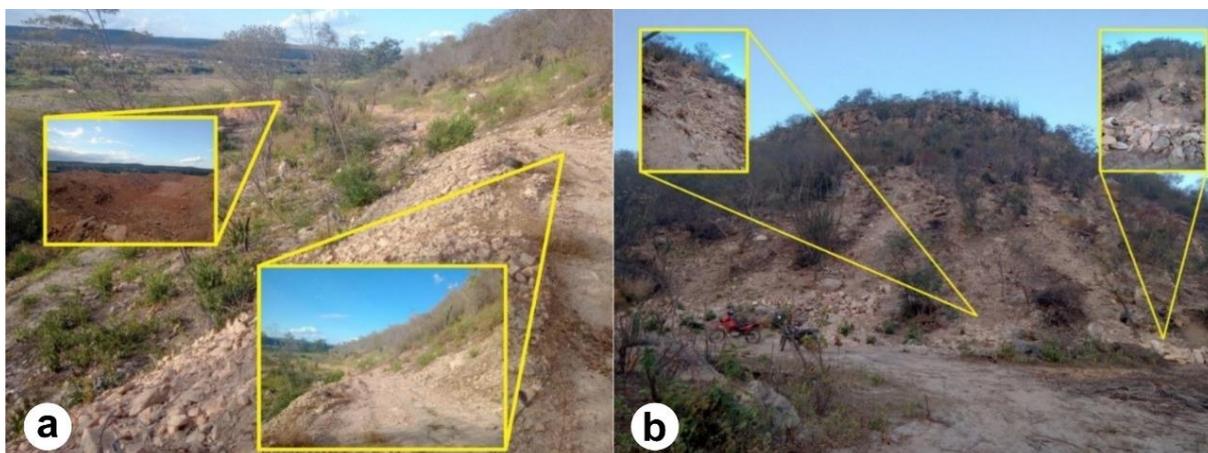


Figura 6 – a- Vertente descaracterizada por processo tecnogênico e Forma tecnogênica agradacional construída para armazenar água em área de vertente. b- Vertente descaracterizada pela extração de rochas.

Fonte: Os autores (2021).

Este quadro de descaracterização do relevo condiciona vários impactos dentre eles a ocorrência da erosão acelerada e o conseqüente assoreamento dos canais de drenagem e fundos de vale, evidenciando a ação geomorfológica do homem, resultando na criação de formas artificiais, depósitos tecnogênicos e processos correlatos de erosão antrópica (PELLOGIA,1998).

Um ponto importante de ser ressaltado é a consideração de que a ação humana sobre a natureza se mostra heterogênea, logo os materiais, formas e processos resultantes apresentam-se distintos e respondem a novos arranjos na paisagem. Quando comparamos as ocupações em compartimentos do reverso úmido há enormes diferenciações com relação ao compartimento do reverso seco, este apresenta condições diferenciadas, como tipos de formas de relevos que se destacam em meio a paisagem, os quais estão sendo explorados a exemplos de pedreiras. Os solos são rasos, o afloramento rochoso se destaca. A figura 7, trata-se de uma área de escavação para retirada de material para construção civil, no município de Guaraciaba do Norte. Em campo, observou-se a magnitude do impacto ambiental, uma área relativamente grande, encontra-se com processos erosivos avançados a exemplo da voçoroca. O esquema simplificado mostra pela seqüência das setas uma aproximação de um ângulo mais visível o aprofundamento da voçoroca,

repercutindo em toda a vertente íngreme. Esses cortes são bem comuns nas classes de Latossolos, onde encontra-se em altitudes elevadas e apresentam-se profundos.



Figura 7 – Processo erosivo avançado do tipo voçoroca.
Fonte: os autores (2021).

Como no caso observado, os processos erosivos tendem a se intensificar, com a retirada da cobertura vegetal, deixando os solos expostos, de forma que as chuvas incidem com mais intensidade diretamente sobre a superfície do terreno. Reforçando, Costa Falcão (2002), afirma que uma vez desencadeados, constituem uma aceleração, uma espécie de transformação da natureza, onde a atmosfera, a água e a terra reagem umas com as outras conduzindo a uma esterilização total das regiões onde o homem despertou uma ruptura do equilíbrio natural.

Cabe ressaltar que os processos erosivos, ocorrem como processos naturais, no entanto é intensificado com a intenção antrópica, as quais geram formas de relevos de origem tecnogênica, no caso acima, houve o uso de maquinários para alterar esta forma de relevo, proporcionando uma feição tecnogênica que só se encontra no estado atual por conta da intenção.

Tais consequências podem vir a repercutir de forma negativa, sendo que os processos erosivos podem desencadear uma série de problemas econômicos e ambientais, tais como diminuição na produtividade agrícola e na qualidade da água dos cursos hídricos na região.

Trazendo a discussão da tecnogênese, a qual envolve uma série de níveis de ações, dentre elas está a modificação do relevo e as alterações fisiográficas da paisagem. No mosaico da

figura 8, observa-se as feições decorrentes da terraplanagem, a qual proporcionou o surgimento de áreas erodidas.

Como a terraplanagem é um serviço que altera a topografia local, há movimento das camadas do solo, são utilizados maquinários pesados, esta etapa pode vir a se configurar em uma etapa significativamente agressiva ao meio ambiente. Estes processos modificará o relevo e contribuirá para a instabilidade das encostas o que pode ocasionar em danos aos ecossistemas.



Figura 8 – Alterações tecnogênicas. a- processo erosivo decorrente do aterro da área, para fins de terraplanagem. b- área aterrada pelo material resultante da terraplanagem. c- processo erosivo avançado resultante do material de aterro da área. d- depósito tecnogênico construído resultante da deposição de material advindo do aterro e retrabalhados, apresentando ravinamento no aterro.

Fonte: os autores (2021).

Os processos de ordens tecnogênicas, a exemplo dos cortes e aterros identificados na figura (8-a,b,c,d), encontra-se na classe dos Latossolos, em setores elevados da área de estudo, situado no alto curso. Pode-se mencionar que os processos identificados podem levar ao início ou mesmo a aceleração dos processos erosivos, especialmente em períodos chuvosos. Havendo a possibilidade do carreamento de sólidos e assoreamento da rede de drenagem. O material do solo ficará exposto e será retirado pelas águas pluviais e pode ser transportado e depositado em fundos de vale, formando os depósitos tecnogênicos.

No que se as ações de terraplanagem, no caso observado in loco, expõem à erosão os cortes e aterros, figuras (8-a e b) uma vez que não projetados adequadamente influenciam no direcionamento das águas da chuva, carregando em grande quantidade sedimentos para as áreas mais rebaixadas.

Este quadro de processos identificados, reflete a transformação feita pelo homem com o uso da técnica, evidencia como a ação antrópica deixa sua marca no relevo, seja de forma direta como processos de terraplanagens e construções, e indiretamente como as cicatrizes de processos de erosão, escorregamento, degradação pelo uso do solo, e consequentemente potencializando os processos de agradação nos fundos de vales, como por exemplo, os depósitos tecnogênicos degradacionais.

Do ponto de vista da criação de relevos geomorfotecnogênicos, o homem é um agente tanto de erosão como de deposição. As técnicas de uso-ocupação do solo alteram as dinâmicas naturais. Outro apontamento com relação as observações realizadas em campo, representadas nas figuras acima, é a ausência da cobertura vegetal, logo os solos ficam mais suscetíveis, desta forma intensificando os processos erosivos, os quais são mais intensos nas áreas de aterros.

A partir da observação das figuras (8-c e d) é o possível observar os significativos volumes de sedimentos mobilizados e acumulados por corte e aterro, configurando uma nova paisagem tecnogênica na área. Podem ser considerados como depósitos tecnogênicos de primeira ordem ou geração, são depósitos construídos resultantes da ação humana direta, no caso, os aterros também apresentam caráter de segunda ordem, no caso o aterro resultante da terraplanagem apresenta-se ravinado. Houve o retrabalhamento destes materiais pelas águas superficiais, que acrescido a falta de cobertura vegetal e declividade intensificam os processos erosivos.

Desta forma, o relevo se apresenta como importante condicionante, o qual guia a estruturação das variáveis constituintes na dinâmica da paisagem. É importante destacar que a partir da presença das classes de solos, posicionadas em diferentes níveis topográficos é possível identificar quais as classes que se destacam nas atividades antrópicas.

Do ponto de vista da abordagem tecnogênica, um condicionante antropogênico é exemplificado pela ocupação de compartimentos do relevo em áreas mais elevadas, a exemplos das figuras (9-a e b), esta área fica situada em torno dos 900 metros de altitude, estes setores são bastantes almejados em decorrências da localização, as quais

proporcionam ângulos de observação da paisagem de forma privilegiada, sendo proporcionada pelo relevo ver (figura 9-a).

Na figura 9-b observa-se residências de alto padrão situadas em áreas impróprias, as quais ficam susceptíveis aos possíveis impactos ambientais, tais como deslizamentos, desencadeamentos de processos tecnogênicos e surgimento de feições erosivas (sulcos, ravinas e voçorocas).

Dentre os processos tecnogênicos encontrados em campo, estão os processos erosivos avançados, no exemplo da figura 9-b, correlacionando com a declividade apresentada pelo relevo, sobretudo no período chuvoso o escoamento superficial levará os sedimentos para os fundos de vales, que poderá ocasionar desequilíbrios na dinâmica hídrica.



Figura 9 – a- Vista panorâmica proporcionada pela forma de relevo elevada na área do reverso úmido. b- Ocupação urbana em área de risco situada em áreas de declive no alto curso.

Fonte: os autores (2021).

Neste aspecto, o relevo é alvo das modificações impressas pela urbanização. A ocupação dos compartimentos geomorfológicos (topos, vertentes e fundo de vales), é geralmente acompanhada por terraplanagem, aterramentos, escavação, com o intuito de adaptar o terreno para construções, pavimentação, esses casos foram identificados em atividades campo no referido contexto. Estas ocupações criam novas feições tecnogênicas, as quais repercutirá como condicionante da dinâmica superficial e dos processos geomorfológicos (erosão-transporte-deposição).

Peloggia et al. (2018), promove uma discussão bem atual, ao citar as cidades, que nestas ocorrem a concentração de pessoas e intenso processo de urbanização e transformação, têm-se eventos indesejados, como terrenos e relevos tecnogênicos, desmoronamentos,

deslizamentos, erosões laminares e lineares, alagamentos e enxurradas, com riscos e danos materiais e imateriais à população (TOMINAGA *et al.*, 2009).

Conclusão

Com base em todo o contexto apresentado acerca da relevância do presente estudo, acrescenta-se que os conhecimentos das dinâmicas naturais e como o estudo da ação antrópica se situa nesse contexto, é de suma importância para a busca de ambientes equilibrados.

Este trabalho teve atenção especial aos níveis tecnogênicos com suas diversas repercussões em termos de processos, formas e depósitos tecnogênicos.

Os registros antrópicos a nível de detalhe foram possíveis com os trabalhos de campos, onde possibilitou a identificação das evidências da ação antrópica na formação de depósitos tecnogênicos bem como da alteração nas formas do relevo.

Os trabalhos desta natureza são imprescindíveis para a compreensão do relevo tecnogênico e dos diversos usos que se faz deste, pois antes de submeter uma área a certo tipo de uso, é recomendável conhecer e compreender os processos, as fragilidades, potencialidades específicas de cada área, como parte fundamental do processo de conservação dos recursos naturais.

Visando contribuir para os estudos ambientais, incluindo o homem nesse contexto, com base na produção de conhecimento e aporte científico, esta pesquisa foi norteada pela importância da realização de estudos voltados para a morfotecnogênese.

Referências

ALCÂNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, v. 47, p. 107-124, 2002.

AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. Análise geoambiental dos setores de encosta da área urbana de São Vicente-SP. *Revista Sociedade & Natureza – UFU*, (Uberlândia-MG), v. 19, n. 2, p. 123-138, 2007.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. *Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território Serra da Ibiapaba – MDA/SDT/Fortaleza*: Instituto Agropolos do Ceará, 2011. 334 p.

CLAUDINO-SALES, V.; LIMA, E. C.; DINIZ, S. F.; CUNHA, F. S. E. S. Megageomorfologia do Planalto da Ibiapaba: uma introdução. *William Morris Davis Revista de Geomorfologia*, v. 1, p. 186-209, 2020.

COELHO, A. T.; PEREIRA, A. R. *Efeitos da vegetação na estabilidade de taludes e encostas (Boletim Técnico)*, v. 1, n. 2. Belo Horizonte: Deflor Bioengenharia, 2006. 22 p.

COSTA FALCÃO, C. L. C. *Avaliação Preliminar dos Efeitos da Erosão e de Sistemas de Manejo na Produtividade de um Argissolo na Serra da Meruoca*. 2002. (Dissertação de Mestrado) – UFC, Fortaleza, 2002.

CPRM (Serviço Geológico do Brasil). *Mapa Geológico do Estado do Ceará*. Fortaleza: CPRM, 1:500.000, 2003.

DIAS, M. B. G. O Tecnógeno no Brasil: estado da arte. In: *XVIII Encontro Nacional de Geógrafos, 2016, São Luís (MA)*. A construção do Brasil: geografia, ação política e democracia, p. 1-12, 2016.

DIAS, M. B. G. *Depósitos tecnogênicos na região noroeste de Goiânia (GO)*. Dissertação (Mestrado em Geografia). 2015. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Unesp, 2015.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]*. - 5. ed., rev. e amp. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book. ISBN 9788570358172.

FALCAO SOBRINHO, J. R. *A Natureza do Vale do Acaraú: um olhar através das sinuosidades do relevo*. Editora SertãoCult., Ceará, 2020.

FALCAO SOBRINHO, J. *Relevo e Paisagem: proposta metodológica*. Sobral: Sobral Gráfica, 2007.

FUSHIMI, M. *Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP*. 2012. 141 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

GOUVEIA, I. C. M. C. *Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo*. Tese de Doutorado (Departamento de Geografia FFLCH) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010, 363p.

GUERRA, A. J. T. O Início do Processo Erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 17-55, 1999.

LEMOS, J. J. S. Níveis de Degradação no Nordeste Brasileiro. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 32, n. 3, p. 406-429, 2001.

MENDES, L. C.; FELIPPE, M. F. A Geomorfologia do Tecnógeno e suas relações com o rompimento da barragem Fundão (Mariana, Minas Gerais). *Revista de Geografia*, v. 6, p. 353-362, 2016.

OLIVEIRA, A. M. S. *Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR*. 1994. 221f. v. 01. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo: [s.n], 1994.

- MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B, Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Revista de Saúde Pública*, v. 36, n. 3. São Paulo, junho, 2002.
- MOURA-FÉ, M. M. Análise das unidades geomorfológicas da Ibiapaba setentrional (noroeste do estado do Ceará, Brasil). *Caminhos de Geografia*, v. 18, n. 63, p. 240-266, 2017.
- OLIVEIRA, A. M. S. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 6., 1990, Salvador. *Anais...* Salvador: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, p. 411-416, 1990.
- PELOGGIA, A. U. G.; SAAD, A. R.; SILVA, R. V.; QUEIROZ, W. Processos de Formação de Terrenos e Relevos Tecnogênicos Correlativos à Urbanização: análise morfoestratigráfica e geoambiental aplicada na bacia do córrego Água Branca, Itaquaquecetuba (RMSP). *Rev. Bras. Geomorfol.* (Online), São Paulo, v. 19, n. 2, p. 245-265, 2018.
- PELOGGIA, A. U. G.; OLIVEIRA, A. M. S. Tecnógeno: um novo campo de estudos das Geociências. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10, 2005, Guarapari. *Anais...* Guarapari: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2005.
- PELOGGIA, A. U. G. 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*, n. 16, p. 24-31, 2005.
- PELOGGIA, A. U. G. Sobre a classificação, enquadramento estratigráfico e cartografia dos solos e depósitos tecnogênicos. In: PELOGGIA, A. U. G. *Manual Geotécnico 3: Estudos de Geotécnica e Geologia Urbana (I)*. São Paulo: [s.n.], p. 35-50, 1999.
- PELOGGIA, A. A magnitude e a frequência da ação humana representam uma ruptura na processualidade geológica na superfície terrestre? In: *Geosul*, 14(27). p. 54-60, 1998.
- PELOGGIA, A. U. G. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do município de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*. 27(3). p. 257-268, set. 1997.
- RODRIGUES, C. On Anthropogeomorphology. In: *Regional Conference on Geomorphology, Rio de Janeiro*. Anais. Rio de Janeiro, IAG/UGB, 1999.
- RODRIGUES, C. *Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros*. (Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 1997. 280p.
- ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. São Paulo: Contexto, 1990. 88p.
- SUETARGARAY, D. M. A. Geomorfologia: novos conceitos e abordagens. *VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, Curitiba, p. 24-30, 1997.
- SUGUIO, K. *Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 1.222 p.
- TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. *Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos*. Brasília, 2004.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Orgs.). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico, 2009

VENTURI, L. A. B. Os diferentes significados do relevo no ensino de Geomorfologia. *In: Anais do V Simpósio Nacional*. Santa Maria: UFSM, 2004.

WILCOCK, D. Living landscapes: ‘Ethnogeomorphology’ as an ethical frame of communication in environmental decision-making. PhD thesis. Co-tutelle PhD – *York University, Canada, and Macquarie University, Australia*. 2011.