

Geoprocessamento aplicado a análise das tecnologias sociais em ambientes geomorfológicos distintos na sub-bacia Jaibaras – Ceará

Geoprocessing applied to the analysis of social technologies in different geomorphological environments in the Jaibaras sub-basin - Ceará

DOI:10.34117/bjdv7n9-582

Recebimento dos originais: 07/08/2021

Aceitação para publicação: 30/09/2021

Maria Raiane de Mesquita Gomes

Mestranda em Geografia - Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA
Coordenadoria do Curso de Mestrado Acadêmico em Geografia (MAG)
Campus do Junco. Av. John Sanford, 1845 - Junco – Sobral - CE
E-mail: raiane.gomes665@gmail.com

Bruna Lima Carvalho

Mestranda em Geografia - Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA
Coordenadoria do Curso de Mestrado Acadêmico em Geografia (MAG)
Campus do Junco. Av. John Sanford, 1845 – Junco - Sobral - CE
E-mail: brunanelore@gmail.com

Prof. Dr. José Falcão Sobrinho

Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA
Coordenadoria do Curso de Mestrado Acadêmico em Geografia (MAG)
Campus do Junco. Av. John Sanford, 1845 – Junco - Sobral - CE
E-mail: falcao.sobral@gmail.com

RESUMO

O geoprocessamento vem se configurado como uma importante ferramenta para análise em diversas áreas do conhecimento científico. Tal fato é notório na geografia física, em particular na geomorfologia, tais técnicas de cartografia auxiliam no desenvolvimento das pesquisas. Desta forma, o presente artigo tem como objetivo analisar a relação do relevo com as tecnologias sociais de convivência com semiárido, consideramos três unidades geomorfológicas da Sub-bacia Jaibaras, a vertente úmida e seca do maciço residual da Meruoca e a superfície sertaneja. Isto posto, como auxílio do geoprocessamento. Os procedimentos operacionais da pesquisa deram-se através de revisão bibliográfica, atividades de campo, reconhecimento da área, registros fotográficos e confecção de mapas temáticos. Os resultados nos trazem os condicionamentos e reflexos quais tecnologias são mais adequados para determinando ambientes da sub-bacia.

Palavra-Chave: Geoprocessamento, Geomorfologia, Semiárido, Sub-bacia Jaibaras.

ABSTRAC

Geoprocessing has become an important tool for analysis in several areas of scientific knowledge. This fact is notorious in physical geography, particularly in geomorphology, such cartography techniques help in the development of research. Thus, this article aims to analyze the relationship of relief with social technologies of coexistence with semiarid,

considering three geomorphological units of the Jaibaras Sub-basin, the wet and dry slope of the Meruoca residual massif and the sertaneja surface. That said, as an aid to geoprocessing. The operational procedures of the research took place through literature review, field activities, area recognition, photographic records and the making of thematic maps. The results bring us the conditioning and reflexes which technologies are more suitable for determining sub-basin environments.

Key-word: Geoprocessing, Geomorphology, Semiarid, Jaibaras sub-basin

1 Introdução

O semiárido brasileiro possui uma área de 1.127.953Km², de acordo com o Ministério do Meio Ambiente Brasil (2017), presente em 1.262 municípios brasileiros. Abrange um contingente populacional de mais de 27 milhões de habitantes, ainda de acordo com a MMA, o Semiárido permeia cerca de 18% do território do Estado de Minas Gerais, verifica-se que o semiárido brasileiro é o mais populoso do mundo. Inclusive o mais chuvoso e repleto de diversidades e potencialidades naturais e culturais próprias desse bioma.

O clima semiárido, apresenta como principais características: precipitações pluviométricas em torno de 268 a 800 milímetros por ano, os rios, na sua maioria possuem regime intermitentes, e enquanto a vegetação, predomina-se a caatinga, em grande parte do território (FALCÃO SOBRINHO; ROSS, 2008). Mas em meio a semiaridez, destaca-se áreas úmidas, como os maciços residuais, chapadas e planaltos sedimentares, apresentando condições climáticas diferenciadas em relação às áreas secas (COSTA FALCÃO, 2002; 2005; 2008).

O semiárido apresenta grandes limitações no quadro físico natural, a escassez hídrica e a degradação ambiental intensificada pela ocupação desordenada do solo, como os desmatamentos, queimadas, seriam uns dos exemplos. Desde modo, a ação conjunta desses fatores naturais mais ação humana, intensificadas pela pecuária extensiva e a agricultura de sequeiro, contribui para o processo de desertificação e modificação na paisagem semiárida (SOUZA, 2006).

Cavalcante (2011), ressalta a importância da convivência com o semiárido brasileiro para o enfrentamento dos problemas econômicos e socioambientais. E conforme afirma Sousa et al (2017), a proposta de convivência pode ser empregada através das tecnologias alternativas, técnicas ou metodologias que contemplam as comunidades das zonas rurais, se apresentando, desta forma, como uma possível solução de transformação social, por intermédio do uso sustentável de recursos naturais.

Portanto, as tecnologias sociais de convivência com semiárido, propõe garantir às famílias sertanejas água de qualidade durante o período de estiagem e sobretudo, a soberania alimentar.

Tais reflexões conduziram a refletir sobre a sub-bacia hidrográfica do rio Jaibas, está com extensão de aproximadamente 1.567 km² (GOMES et al, 2011), sendo considerada umas da sub-bacias mais importantes da bacia hidrográfica do Rio Acaraú, localizada a Noroeste do estado do Ceará. A sub-bacia apresenta uma grande diversidade de paisagens com características naturais bastante peculiares. As paisagens geomorfológicas da sub-bacia, permeia por três principais unidades, a serra subúmida da Meruoca (Maciço Residual Úmido), o Planalto da Ibiapaba (Planalto sedimentar) e o Sertão (Superfície sertaneja).

Diante disso, foi realizado uma análise das tecnologias sociais de convivência com o semiárido correlacionando ao relevo como ele integrador das unidades físico-naturais (FALCÃO SOBRINHO, 2006a; 2006b; 2020), no intuito de compreender se os elementos que compõe a configuração dos compartimentos geomorfológicos favorecem determinados tipos de tecnologias implantadas. Considerando tais pressuposto, foi realizado recortes espaciais em três unidades distintas na sub-bacia hidrográfica Jaibas, a vertente seca do maciço residual, o distrito de Jordão - Sobral, enquanto na vertente úmida do maciço, a localidade de Livramento - Alcântaras. Na superfície sertaneja, a localidade de São Domingos – Sobral.

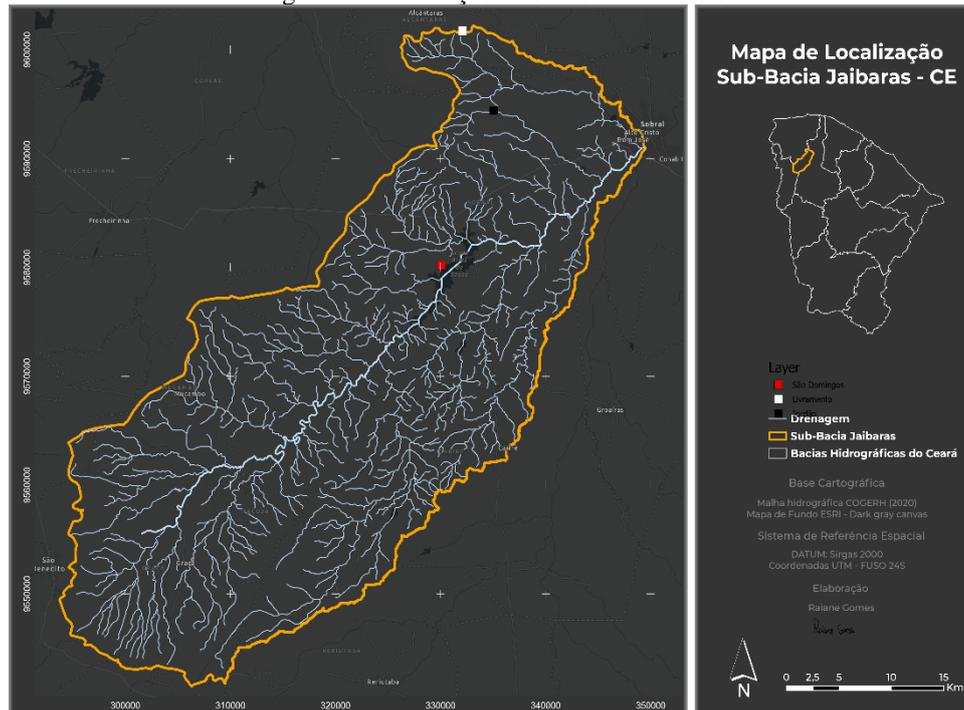
O geoprocessamento, foi uma ferramenta essencial no auxílio da concretização da pesquisa, sendo elaborado mapas de geologia, geomorfologia e declividade, na escala 1: 250.000, que forneceram subsídios na compreensão da relação do relevo e das tecnologias sociais. Associamos aos trabalhos em campo (FALCÃO SOBRINHO; COSTA FALCÃO, 2008)

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo, a sub-bacia Jaibas (figura 1), compreende uma extensão de 1.567 km² (GOMES et al, 2011), sendo considerada umas da sub-bacias mais importantes da bacia hidrográfica do Rio Acaraú, localizada a Noroeste do Estado do Ceará.

Figura 1: Localização da sub-bacia Jaibas

Figura 1: Localização da sub-bacia Jaibaras



Fonte: Cogeh (2020), IBGE (2020), adaptado por Gomes (2021)

A sub-bacia Jaibaras apresenta uma grande diversidade de paisagens as quais se destacam dentro do contexto do semiárido.

O Maciço Residual úmido da Serra da Meruoca - Rosário, representa 1,38 % da sub-bacia Jaibaras, situada próxima as cidades de Sobral e Massapê (GOMES, 2011). Os maciços residuais úmidos, configuram-se como relevos de grandes dimensões com altitudes que variam entre 600 a 1.100 m em relação ao mar. Estas formações montanhosas são altamente resistentes ao intemperismo e a erosão, por causa da estrutura que corresponde a intrusões graníticas e rochas metamórficas, na qual são altamente resistentes aos eventos climáticos (FALCÃO SOBRINHO, 2020).

A superfície sertaneja é uma área deprimida localizada entre maciços montanhosos, borda de cuevas e chapadas, contendo uma extensão corresponde a 92% do estado do Ceará (FALCÃO SOBRINHO, 2006; 2020a;). Esta unidade está embasada por rochas ígneo-metamórfico do pré-cambriano, constituída por terrenos invariavelmente em cotas baixas, situada entre altitudes de 40 e 350 metros com relação ao mar (BRANDÃO; FREITAS, 2014).

O planalto sedimentar da Ibiapaba, correspondendo aproximadamente 8 km² da sub-bacia Jaibaras, localiza-se na porção ocidental do Ceará na divisa com o estado do Piauí. Esta unidade, apresenta uma modelagem de escarpa festonada (leste do glint)

voltada para o Estado do Ceará desenvolvida pela erosão regressiva do rebordo do planalto, criando um relevo abrupto, com ocorrência de cornijas e paredões rochosos subverticais (BRANDÃO; FREITAS, 2014). O reverso do planalto (oeste do *glint*) apresentam rochas que mergulham de modo suave para oeste, na direção do Piauí. É isso que configura uma feição morfológica de “cuesta” (SOUZA; OLIVEIRA, 2006).

3 METODOLOGIA

Para realização da pesquisa, foram necessárias as seguintes etapas: revisão bibliográfica, atividades de campo, envolvendo o reconhecimento da área, registros fotográficos e confecção de mapas temáticos. Os procedimentos metodológicos serão descritos conforme as etapas.

A área definida como objeto de estudo foi a sub bacia hidrográfica do rio Jaibaras, localizada na porção centro norte do Estado do Ceará, distante aproximadamente 231 km da cidade de Fortaleza, a capital do Estado. Ao longo da sub-bacia, esta abrange nove municípios: Alcântaras, Cariré, Graça, Ibiapina, Meruoca, Mucambo, Pacujá, Reriutaba e Sobral.

A partir disso, delimitou-se três áreas geomorfológicas para o desenvolvimento do estudo: a vertente úmida e seca do Maciço residual da Meruoca compreendendo Sítio Livramento na parte úmida e a vertente seca o Jordão, enquanto a superfície sertaneja a comunidade São Domingos.

3.1 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

O material cartográfico da área em questão, foi efetuado a partir de técnicas de geoprocessamento, utilizando o software ArcGIS Pro com licença para estudante original e gratuita. Para a elaboração dos mapas temáticos na identificação das unidades do relevo da Sub-Bacia Jaibaras foi adotada uma escala de 1: 250.000.

A constituição das bases cartográficas utilizadas nesse trabalho foi do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE) do projeto TOPODATA, uma imagem raster que consiste num Modelo Digital de Elevação – MDE com resolução de 30 m, que representam as altitudes topográficas agregadas a elementos presentes na superfície terrestre (IBGE, 2021). Foram empregados também, os dados da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH do estado do Ceará, para delimitação da Sub-Bacia Jaibaras – Sobral.

Para Geração do MDE, foram utilizadas as cartas SA – 24 – X – D – IV (Sobral), SB – 24 – V – B – I (Santa Quitéria), SB – 24 – V – A – III (Ipu) e SA – 24 – Y – C – IV (Frecheirinha). Os modelos disponibilizados pelo INPE, geralmente vem sem referência espacial, sendo necessário adequar a projeção. Após o processo de tratamento do MDE, foram geradas as curvas de nível com intervalos equidistantes de 50 metros e um modelo de sombreamento de relevo (Hillshade).

No desenvolvimento do mapa de geologia, utilizou-se as informações do mapa geológico do estado do Ceará (CPRM, 2019), assim como os arquivos vetoriais disponibilizados pelos mesmo para elaboração do produto final.

Em relação a confecção do mapa de geomorfologia, foram considerados os princípios de Souza (2007) e do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE (2019). Desta forma, foram definidos para a área de estudo, seis compartimentações geomorfológicas: a depressão sertaneja, a serra úmida, a serra seca, o planalto da Ibiapaba, os inselbergs e a planície fluvial.

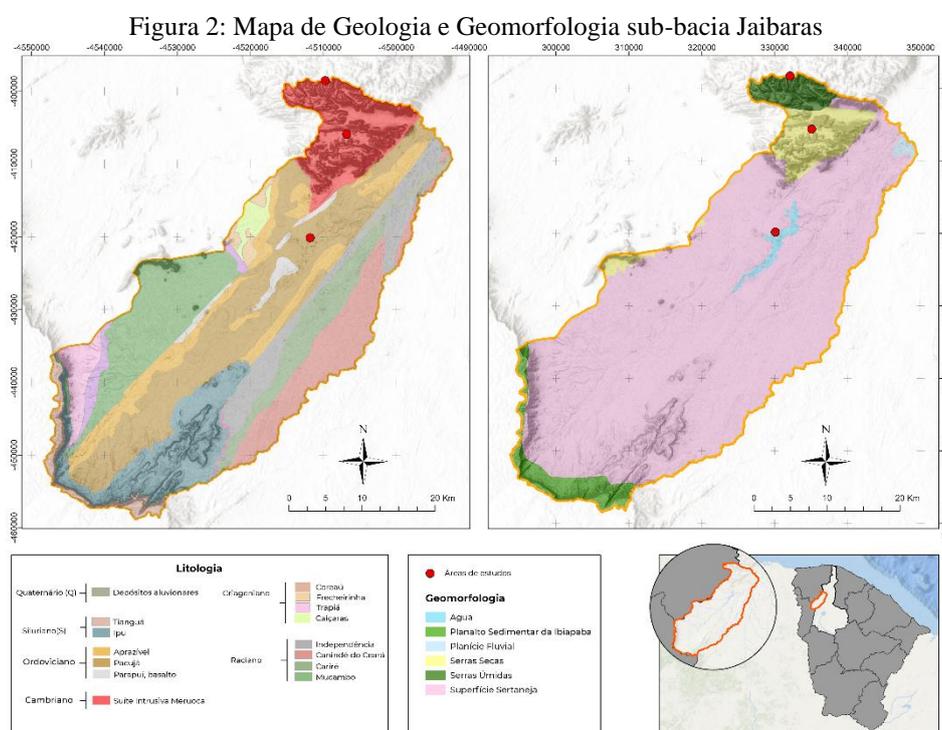
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A sub-bacia Jaibaras é uma área de grande representatividade nos aspectos geológico, geomorfológico, vegetação e de solos (Figura 2). A área territorial em análise, permeia entre as morfoestruturas de embasamento cristalino e da bacia sedimentar do Parnaíba. Enquanto, a morfoescultura da área, localiza-se sobre três estruturas geomorfológica com propriedades peculiares, correspondendo aos compartimentos, Maciço Residual Úmido, Superfície Sertaneja e Planalto Sedimentar da Ibiapaba.

Neste sentido, a proposta de um estudo integrado requer observar a paisagem levando em consideração a importância dos elementos naturais que a compõe, dentre eles ressaltamos os aspectos geomorfológicos e geológicos, pois permitem compreender a área de estudo.

Conforme Almeida (2017), o material litológico tem forte influência sobre o processo de formação dos solos, dependendo da resistência dos materiais (dureza da rocha), o processo de intemperismo pode atuar de maneiras diferentes, quanto ao tempo, na fragmentação e decomposição do material rochoso. Conforme Costa Lima et al (2007), que dependendo do tipo de rocha, os solos podem ter mais ou menos areia e argila, e dependendo da quantidade de elementos nutrientes de cada rocha os solos podem ser férteis ou pobres.

Diante do arcabouço apresentado, fica explícito a influência que o potencial geológico desempenha sobre os aspectos da paisagem da área de estudo. A correlação entre rocha e solo também repercuti na presença e quantidade de água infiltrada e armazenada no solo, em função disso atuará sobre o aspecto da cobertura vegetal. Todos os fatores analisados em conjunto, como por exemplo as unidades geológicas mostradas no (mapa 2) permitem compreender em que contexto físico ambiental as tecnologias sociais se encontram. Ademais, estas relações são importantes e precisam ser analisadas, com a finalidade de identificar as condições de uso desse novo elemento da paisagem.



Fonte: Cogerh (2020), IBGE (2020), adaptado por Gomes (2021)

Este mapa fornece subsídios para compreensão da relação das tecnologias de convivência com o semiárido com os elementos que constitui a paisagem das comunidades escolhidas para realização do desenvolvimento da pesquisa.

Dentro de um contexto geral, o Semiárido nordestino tem como característica climática de destaque a irregularidade pluviométrica (no tempo e no espaço). As chuvas ocorrem em um curto período de tempo, geralmente de três a quatro meses, marcadas por um aspecto de torrencialidade. (ALMEIDA, 2017, FALCÃO SOBRINHO, 2020b).

Esse regime de chuvas é o principal elemento de alimentação das águas superficiais, que ao longo dos meses, após cessar o período chuvoso, vão perdendo sua

correnteza e a água vai se tornando escassa na paisagem do semiárido, de acordo com os fatores geológicos, pedológicos, geomorfológicos, e fitoecológicos do contexto, que se inter-relacionam e tem papel importante na dinâmica dos recursos hídricos locais (ALMEIDA, 2017). A exemplo especialmente das áreas de superfície sertaneja. Onde estas características de escassez hídrica se destacam em decorrências das próprias condições físicas-ambientais atuantes.

Em continuação, menciona-se o distrito de Jaibaras, localiza-se a primeira área de estudo (São Domingos), possuindo em seu território um importante reservatório hídrico, o açude Aires de Souza construído no barramento do rio Jaibaras, responsável pelo abastecimento de todo o distrito, até mesmo, a cidade de Sobral - CE.

A comunidade de São Domingos está situada na porção noroeste do estado do Ceará, inserido na superfície sertaneja, caracterizada por relevos planos ou levemente onduladas em altitudes torno entre 58 - 350 metros. O relevo configura-se como dissecado em lombadas e colinas rasas, com ocorrências de inselbergues, na qual alcança classes de altitudes superiores a 350 metros.

A litologia do terreno é constituída por rochas pertencentes aos grupos Jaibaras, com formação Pacujá que tem como tipos predominantes arenitos intercalados com siltitos e argilitos. Sobre esta litologia, se desenvolveram solos Neossolos Litólicos, uns dos solos que mais predomina na paisagem sertaneja da sub-bacia Jaibaras, constituídos por material mineral, de pouca evolução pedológica, rasos (com espessura igual ou inferior a 50 cm).

Mediante as características do relevo, as tecnologias sociais de convivência com semiárido implantadas na comunidade em São Domingos, integrou-se de forma harmoniosa com elementos do relevo. As tecnologias que a comunidade dispõe são apresentadas a seguir: Sistema Mandala, Produção Agroecológica Integrada e Sustentável – PAIS, cordão de pedra e também faz parte do projeto chamado, Cabra-nossa-de-cada-dia.

O sistema mandala caracteriza-se de forma sustentável para a agricultura familiar. É um modelo organizado na forma de círculos concêntricos. Tendo em vista a sustentabilidade e papel ativo do agricultor por meio deste sistema, proporcionando o cultivo por exemplo, de bananeiras, hortaliças e criação de aves. Ver figura A e B.

Consoante as explicações de Magalhães et al (2012), O formato do sistema Mandala é, basicamente, uma nova forma de irrigação. A construção de um reservatório no meio do plantio em círculos com o intuito de aproveitar melhor o espaço, já que o

projeto é aplicado em pequenas propriedades rurais. A produção de alimentos é diversificada, são plantadas leguminosas, hortaliças, frutas, etc. (MESIANO; DIAS, 2008).

Pode-se destacar, os benefícios oriundos do sistema mandala, dentre eles, o suprimento e sustento dos pequenos agricultores, promovendo o papel protagonista deste. Este sistema, contribui para o uso sustentável do meio ambiente, e a não degradação dos recursos naturais. A melhora na alimentação e a renda familiar se destacam, pois favorece a inclusão social das famílias agricultoras participantes, visto que esta tecnologia se caracteriza de baixo custo e simples, que vem valorizando e respeitando as tradições e saberes locais.

O Modelo PAIS (Falcão Sobrinho et 2029; 2020) dispõe a mesma estrutura que o sistema mandala, mas com uma diferença, invés do reservatório da água, tem-se um galinheiro central, seguido também por três terraços circulares que previne a perda do solo por erosão, podendo ser cultivado tanto hortaliças como frutas.

Os Cordões de pedra consistem na abertura de canais, geralmente em nível, onde são empilhadas pedras cujo objetivo é também reduzir a velocidade de escoamento das águas. No entanto é indicada para áreas com afloramento de pedras (MACEDO *et al.*, 2009). Ver figura 3.

O projeto cabra-nossa-de-cada-dia é um projeto que foi idealizado em 1993, com objetivo de oferecer segurança alimentar as famílias carentes e com más condições de vida.

Figura 3: Tecnologias implantadas em São Domingos - Jaibaras – Sobral



Fonte: Autores (2019)

Embora o relevo correspondem as áreas planas ou levemente onduladas, com declividades inferiores a 8 % (figura 7), associadas as fragilidades fracas a muito fraca, os agricultores começaram a realizar técnicas agrícolas especiais, como, terraceamento, rotação de culturas e plantio direto, evitando a erosão do solo e a degradação do ambiente.

A comunidade Livramento, a segunda área realizada a pesquisa, localiza-se ao noroeste da sub-bacia Jaibaras (alto curso), situada numa área de transição úmida/seca do maciço residual da Meruoca, pertence ao município de Alcântaras – CE. O compartimento do maciço residual correspondente a área de estudo, situa-se na vertente sudeste, são submetidas a influência das chuvas orográficas maiores e regularmente distribuídas.

O compartimento geomorfológico Maciço Residual Úmido, também denominada como enclave úmido, e compreende altitudes que vão de 400 a 900 metros. Este foi elaborado sobre rochas cristalinas datada do pré-cambriana, representada na geologia pela nomenclatura “Ey4m”, Granitóide Meruoca, composto por rochas gnaisses, migmatitos e granito, que promovem erosão diferencial no relevo.

Diante destas condições, favoreceu o desenvolvimento de solos com média a alta fertilidade, profundos e muito profundos, constituídos de horizontes A, Bt e C, textura variando de arenosa a argilosa no horizonte A e o horizonte Bt detendo o maior teor de argila. São, em geral, solos ácidos à moderadamente ácidos. O uso do solo neste compartimento, tem-se a concentrar, particularmente, em áreas de encostas e topos de serras, possui potencial agrícola elevado, porém em algumas áreas, apresentam limitações, principalmente, quando associado ao uso intenso de técnicas inadequadas, manifestando-se os processos erosivos, acarretando o depauperamento.

As características do ambiente fornecem componentes naturais que mantêm relações de reciprocidade com a tecnologias sociais inseridas na comunidade. A comunidade, apresenta um baixo número de tecnologias sociais. No entanto destaca-se o sistema mandala, (figura A) na qual uma associação de agricultores é responsável por cuidar da tecnologia e cisterna de consumo humano, P1MC.

Dentre as culturas destacam-se as hortaliças, coentros, milho, mamão, cebola, tomate, maxixe, chuchu, pimentão, cebola de palha, alface, couve, feijão, batata doce e abóbora, pimenta, mandioca e no seu entorno há plantações de frutíferas, de coqueiro, mangueira, graviola, mamão, abacateiro, maracujá, cajueiro, acerola, jaqueira, laranjeira, bananeira e cana-de-açúcar.

Figura 4: Culturas produzidas a partir do sistema Mandala, na comunidade de Livramento - Alcântaras.



Fonte: Autores (2019)

A classe de declividades nesta área é superior a 20% (figura 7), conforme pode ser observada no mapa 4, caracterizando-se, em relação a fragilidade do relevo, com médio a muito forte. As particularidades desse ambiente, permitem uma combinação adequada para implementações de determinadas tecnologias sociais como, Cisterna-Calçadão, Cisterna – enxurrada, devido a inclinação das vertentes, na qual aproveitariam melhor as águas das chuvas.

A terceira área onde foi realizada a pesquisa, o distrito de Jordão, pertencente a Sobral - CE. Localiza-se ao noroeste da sub-bacia Jaibaras (alto curso), na vertente sul do maciço residual da Meruoca, com extensão de aproximadamente 16 km, sofre menos influência das chuvas orográficas.

Nessa área, a vegetação é constituída por espécie de caatinga arbustiva, semelhante a superfície sertaneja. Diante destas condições, favoreceu o desenvolvimento de solos rasos, com fraca evolução pedológica, textura arenosa ou média e normalmente cascalhenta, drenagem variado de moderada a acentuada. O uso do solo neste compartimento, tem capacidade agrícola limitada uso intenso e consecutivo dos recursos naturais através de técnicas rudimentares, ocasionam a intensificação de processos erosivos.

Observou-se que, nesta área, as características do relevo mantêm associação de reciprocidade com as tecnologias sociais (ALMEIDA e FALCÃO SOBRINHO, 2015, 2016, 2020; CARVALHO et al 2021). Forneceu condições ideais para armazenar água nos reservatórios por toda estação seca, e desta forma, garantiu a produção de alimentos para consumo da família e para a comercialização. O distrito, foi beneficiado com mais de cinco tipo de programas de convivência com o semiárido: Cisterna Calçadão, Cisterna de enxurrada, Mandala, Quintal produtivo, Casa de semente crioulas, e estão na espera de

novos programas para os agricultores rurais. Estes programas que dispõem de tecnologias tanto de consumo como de produção, as quais são baseadas em metodologias simples e acessíveis e de fácil manuseio pelas famílias agriculturas, as quais são extremamente importantes para garantir o direito a água e contribuir para a segurança alimentar e nutricional das famílias.

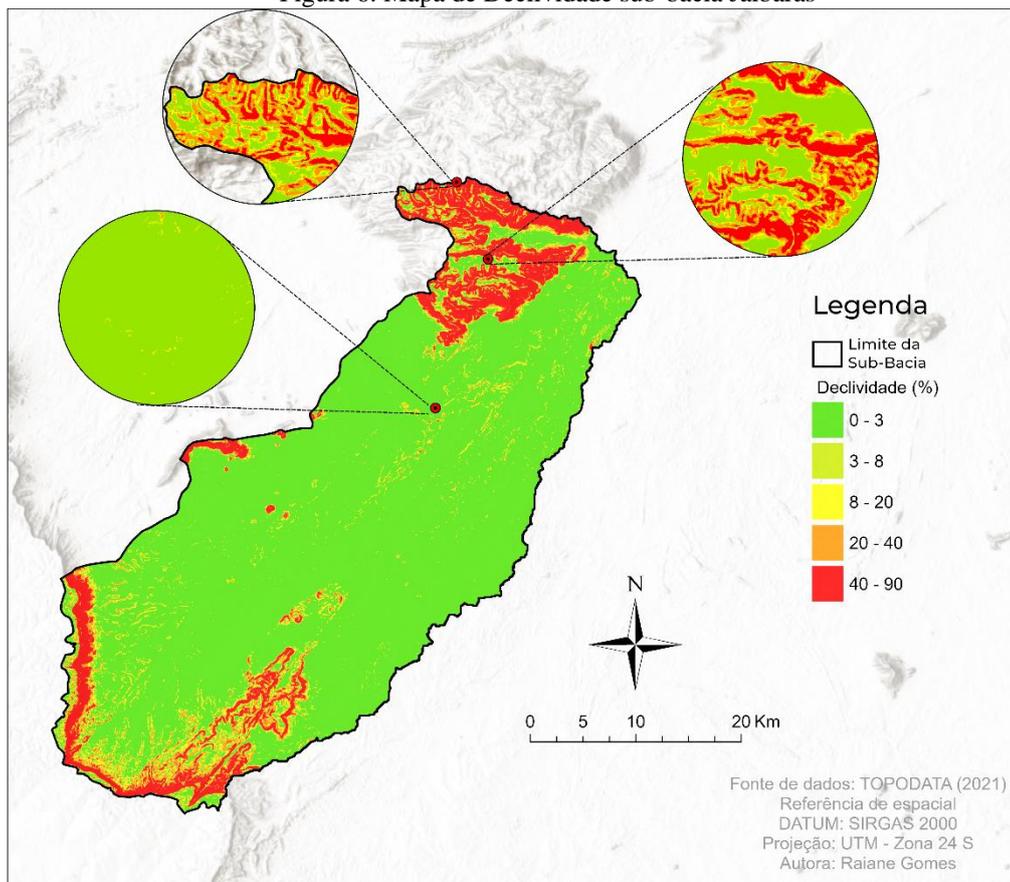
Figura 5: Cisterna de enxurrada e calçadão, no distrito de Jordão - Sobral.



Fonte: Autores (2019)

As classes de declividades identificadas nesta área são superiores a 20% (figura 6), associadas a relevos dissecados em formas de cristas, menor amplitude entre o fundo dos vales e topos mais rebaixados, com fragilidades médio a muito forte. Estes elementos condicionantes, permitem a incorporações de outras tecnologias de convivência com semiárido, principalmente, por apresentar terreno rochoso com lajedos, adequados para construção de tanque de pedra que funcionam para captação da água da chuva e cordão de pedra, que servem como barreiras para depositar sedimentos transportados pelas enxurradas.

Figura 6: Mapa de Declividade sub-bacia Jaibaras



Fonte: Cogerh (2020), IBGE (2020), Topodata (2021) adaptado por Gomes (2021)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho realizou o mapeamento da Sub-Bacia Jaibaras com intuito de compreender a relação das tecnologias e o relevo em compartimentações distintas, e a partir disso, recomendar quais tecnologias são mais adequados para determinando ambientes da sub-bacia.

Com isso, ao estabelecer as relações com as tecnologias sociais de convivência com o semiárido e o relevo, mostrou que quando associado aos componentes naturais do relevo tem-se um melhor aproveitamento das tecnologias sociais com produção de culturas permanentes e de ciclos curtos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. L. A convivência com o semiárido a partir do uso de cisternas de placas na zona rural do município de Frecheirinha-CE: Dimensões na paisagem da superfície sertaneja. 2017. 162 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Universidade Estadual Vale do Acaraú. Sobral.

ALMEIDA, C.L.; FALCÃO SOBRINHO, J. Os recursos hídricos do semiárido brasileiro e a questão das políticas públicas. In: CARACRISTI, I.;

HOLANDA, V.C.C.; OLIVEIRA, F.S. Diversidade socioespacial e questões ambientais do semiárido noroeste brasileiro. Edições UVA, Sobral, 2016

ALMEIDA, C.L.; FALCAO SOBRINHO, J. As cisternas de placas no cenário da paisagem de superfície sertaneja no semiárido cearense. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista 11 (6) 2015

ALMEIDA, C.L.; FALCAO SOBRINHO, J. Convivência com o semiárido a partir do uso de cisternas de placas no município de Frecheirinhas, estado do Ceará, Brasil. Revista Água y Territorio. Uja Editorial. Espanha, 2020.

BRANDÃO, R. D. L; FREITAS, L. C. B. Geodiversidade do estado do Ceará: Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. 1. ed. Fortaleza, Brasil: CPRM, 2014. p. 1-214.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Nova delimitação do Semiárido brasileiro. SUDENE. Brasília, DF, 2017. Disponível em: [https:// http://sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido](https://http://sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido). Acesso em: 22 de maio de 2019.

CARVALHO, B.L.; FALCAO SOBRINHO, J. Social Consumption and Production Technologies in the Context of the Landscape of the Hillside Surface in the Municipality of Mucambo-Ce. Journal of Geography, Environment and Earth Science International 25 (6), 33-45, 0221

COSTA FALCÃO, C.L. Enclaves em meio ao semiárido nordestino: o maciço da Serra da Meruoca e o uso da terra. In: FALCAO SOBRINHO, J.; COSTA FALCAO, C.L.; SOUSA, R.N.R.; MOTA, F.A. Semiárido: diversidades naturais e culturais. IADE/UVA, Sobral, 2008.

COSTA FALCÃO, Cleire Lima da. Avaliação Preliminar dos Efeitos da Erosão e de Sistemas de Manejo na Produtividade de um Argissolo na Serra da Meruoca. Dissertação de Mestrado – UFC, Fortaleza, 2002.

COSTA FALCÃO, Cleire Lima da; SILVA. J.R. Avaliação dos efeitos da erosão na produtividade. XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada (CD-ROOM). São Paulo, 2005

COSTA LIMA, V.; RICARDO DE LIMA, M.; MELO, V. de F. O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio. Universidade Federal do Paraná. Curitiba: Departamentos de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

FALCÃO SOBRINHO, J. O revelo, elemento e âncora, na dinâmica da paisagem do vale, verde e cinza, do Acaraú, no Estado do Ceará. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006a.

FALCAO SOBRINHO, J. A compartimentação geomorfológica do Vale do Acaraú: distribuição das águas e pequeno agricultor. Mercator 5 (10), 91 a 110-91 a 110. Fortaleza, 2006b.

FALCAO SOBRINHO J; COSTA FALCÃO, C.L. Geografia Física: a natureza na pesquisa e no ensino. Tmaisoito. São Paulo, 2008.

FALCAO SOBRINHO, J. A inserção antropogênica na construção e reorganização do cenário da paisagem do Vale do Acaraú, CE. Revista Brasileira de Geografia Física 7 (6), 1078-1092, 2014

FALCAO SOBRINHO, J. A natureza do Vale do Acaraú: um olhar através das sinuosidades do relevo. Editora SertãoCult, 2020a

FALCAO SOBRINHO, JOSÉ. Water Resources Available At Cisterns In The Acaraú River Basin, Ceará, Brazil InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade 5 (19), 1-26, 2020b

FALCAO SOBRINHO, J.; ALVES, V.C.; MAGALHÃES, T.M.; NASCIMENTO, G.R. J. The Use of Digester and the Spread of Sustainable Actions in Semiarid Region of Ceara. Mgmt. & Sustainability 10, 15, 2020

FALCAO SOBRINHO, J; COSTA FALCÃO, C.L. ALVES, V.C.; GOMES, M.R. Social Technology Application - Pais- in Association with the Semiarid in the Brazilian Northeast. International Journal of Humanities and Social Science 9 (3), 71-75, 2019

MACEDO, J. R. de. Recomendação de manejo e conservação de solo e água / José Ronaldo de Macedo, Cláudio Lucas Capeche, Adoildo da Silva Melo. -- Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 45 p.; 30 cm. -- (Programa Rio Rural. Manual Técnico; 20).

MAGALHAES, L. C. M. ; FALCÃO, C, L, da Costa ; FALCÃO SOBRINHO, J . O sistema Mandala como alternativa para uma melhor convivência com o semiárido, implantado no assentamento são João no município de Sobral-ce. Revista Homem, Espaço e Tempo, v. 1, p. 12-24, 2012.

MESIANO, Â; DIAS, R. A Tecnologia Social como estratégia para o desenvolvimento sustentável : o caso da Mandalla. In: VII ESOCITE. Jornadas Latino-Americanas de Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em : < <http://www.necso.ufrj.br/esocite2008/resumos/36047.htm>>. Acesso em: 28 maio 2021

SOUSA, A. B.; COSTA, C. T. F.; FIRMINO, P. R. A.; BATISTA, V. S. Tecnologias Sociais de Convivência com o Semiárido na Região do Cariri Cearense. CADERNOS DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA, v. 34, p. 197-220, 2017.

SOUZA, M. J. N. Contexto Geoambiental do Semi-árido do Ceará: Problemas e Perspectivas. em: FALCÃO SOBRINHO, J. e COSTA FALCÃO, Cleire Lima (orgs.) Semi-árido: diversidades, fragilidades e potencialidades. Sobral Gráfica, 2006.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do Nordeste Brasileiro. *Mercator*, v. 09, p. 85-102, 2006.