

ANÁLISE DA COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA SUB-BACIA JAIBARAS – CE PARA IMPLANTAÇÃO DAS TECNOLOGIAS SOCIAIS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

Maria Raiane de Mesquita Gomes

Especialista em Gestão Ambiental

Mestranda em Geografia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA

raiane.gomes665@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7883-7682>

351

Maria Cristina Martins Ribeiro de Souza

Doutora em Engenharia Agrícola

Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

cristina2009@ifce.edu.br

<https://orcid.org/0000-00019094-6585>

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo analisar as compartimentações geomorfológicas da Sub-bacia Jaibaras-CE, com intuito de compreender os elementos que compõe a configuração dos compartimentos geomorfológicos e a partir disso fornecer subsídios para implantação de tecnologias sociais de convivência com o semiárido. A metodologia tratou-se de uma pesquisa de cunho bibliográfico, exploratória. Os resultados apontaram que para áreas de Maciços residuais as tecnologias mais adequadas são as Cisterna-Calçadão, Cisterna – enxurrada, devido a inclinação das vertentes e tanque de pedra que funcionam para captação da água da chuva e cordão de pedra, por apresentar terreno rochoso e lajedos, adequados para construção. Em ambientes de superfície sertanejas as mais adequadas são tecnologias do tipo Produção Agroecológico Integrada e Sustentável – PAIS e cordões de pedra. Já em ambientes sedimentares propõe-se tecnologias do tipo Mandala, Cisterna Calçadão, Barragens Subterrâneas, Barreiro – Trincheira, Cisterna de enxurrada e PAIS.

Palavras-chave: Semiárido. Tecnologia sociais. Sub-bacia Jaibaras, Ceará.

ANALYSIS OF THE GEOMORPHOLOGICAL COMPARTMENTATION OF THE JAIBARAS SUB-BASIN - CE FOR THE IMPLEMENTATION OF SOCIAL TECHNOLOGIES FOR COEXISTENCE WITH THE SEMI-ARID

ABSTRACT

The present work aimed to analyze the geomorphological compartments of the Jaibaras-CE Sub-basin, in order to understand the elements that make up the configuration of the geomorphological compartments and from that to provide subsidies for the implementation of social technologies of coexistence with the semiarid. The methodology was a bibliographic, exploratory research. The results showed that for areas of residual massifs, the most appropriate technologies are the Cistern-Calçadão, Cisterna - flash flood, due to the slope of the slopes and stone tank that work to capture rainwater and stone cord, for presenting rocky terrain and slabs, suitable for construction. In rural surface environments, the most suitable technologies are Integrated and Sustainable Agroecological Production type – PAIS and stone strings. In sedimentary environments, technologies such as Mandala, Calçadão Cistern, Underground Dams, Barreiro – Trench, Runoff Cistern and PAIS are proposed.

Keywords: Semiárid. Social technology. Jaibaras sub-basin, Ceará.

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro inserido na região climática semiárida apresenta como principais características baixos índices pluviométricos, rios, na sua maioria, intermitentes e vegetação de caatinga em grande parte do território. As limitações físicas apresentadas no ambiente semiárido nordestino, tem repercussões há mais de um século, assolando a população carente com longos períodos de estiagem, na qual exige uma atenção diferenciada das políticas públicas para essa região (ALMEIDA; FALCÃO SOBRINHO, 2020).

As primeiras políticas públicas para a região Nordeste foram criadas sob uma perspectiva de “combate à seca” com implantações de soluções hidráulicas e somente a partir do início da década de 1990, surge debates para novas práticas voltadas à problemática do ambiente semiárido, com a percepção de que não é possível acabar com o problema da seca, mas é possível conviver em harmonia com o ambiente através das práticas de convivência com o semiárido.

No ano 2000 é criado através dos movimentos sociais, ONGs, sindicatos e a Articulação do Semiárido Brasileiro – ASA, o primeiro programa de formação e mobilização social para a convivência com o semiárido: Um milhão de cisternas Rurais – P1MC. Trata-se de uma tecnologia simples de captação de água da chuva para suprimento das principais necessidades básicas das famílias. Os materiais para construção da cisterna são acessíveis e de baixo custo, feita a partir placas de cimento pré-moldados construídas próximos as residências pelos próprios moradores das comunidades, capacitados pelo programa.

Com o intuito de ampliar o armazenamento hídrico das famílias, comunidades rurais e populações tradicionais para dar conta das necessidades dos plantios e das criações de animais, a ASA em 2007 implantou no semiárido, o programa uma Terra e Duas Água, o P1+2. O programa trata-se de uma possibilidade de as famílias sertanejas obter interdependência através da tecnologia, fomentando trabalho e renda aos agricultores.

Nestes últimos tempos, a convivência com o semiárido, tem se tornado possível pela ação governamental e não governamental com a inserção de tecnologias sociais e programas sociais, mas ainda não é suficiente para que os sertanejos tenham uma relação harmônica com a natureza e obtenha interdependência ambiental, social, econômica, cultural e política. Barbosa (2016), ressalta para que a convivência com o semiárido seja de fato concretizada, a população residente neste tipo de clima, venha a adquirir uma consciência ambiental e a partir disso, se obtenha a sustentabilidade ambiental, o crescimento econômico e o desenvolvimento social sem deixar que haja um equilíbrio com a natureza.

Existem números significativos de pesquisas relacionadas as tecnologias sociais de convivência com o semiárido para a área escolhida como recorte de análise, apontando os seus benefícios desde a sua implantação. Entre eles, destaca-se, Almeida e Falcao Sobrinho (2020), Carvalho e Falcão Sobrinho (2021); Falcao Sobrinho, 2020a e Gomes et. al (2021) dentre outros.

Entretanto, o número diminui quando considera a compartimentação geomorfológica como critério de análise para implantação de tecnologias sociais de convivência com o

semiárido. Neste sentido, o presente trabalho buscou realizar uma análise considerando como critério a compartimentações geomorfológicas da Sub-bacia Jaibaras, com intuito de compreender os elementos que compõe a configuração dos compartimentos geomorfológicos e a partir disso fornecer subsídios para implantação adequada das tecnologias sociais para cada compartimentação da área em estudo.

Desta forma, justifica-se estudar a área supracitada, em razão por ser uma área extremamente expressiva contendo uma grande diversidade de ambientes naturais e também compondo o afluente mais importante da margem esquerda do rio Acaraú, compreendendo nove municípios do estado do Ceará no total de 184, na qual grande parte encontra-se inseridos na região climática semiárida, com regime pluviométrico mal distribuído no tempo e espaço.

A pesquisa contou também com o auxílio do geoprocessamento, uma ferramenta essencial para concretização da pesquisa. Assim, foi possível reunir dados necessários para elaborado de mapas de geologia, geomorfologia e declividade, na escala 1: 250.000, que forneceram subsídios na compreensão da relação da compartimentação do relevo e das tecnologias sociais.

METODOLOGIA

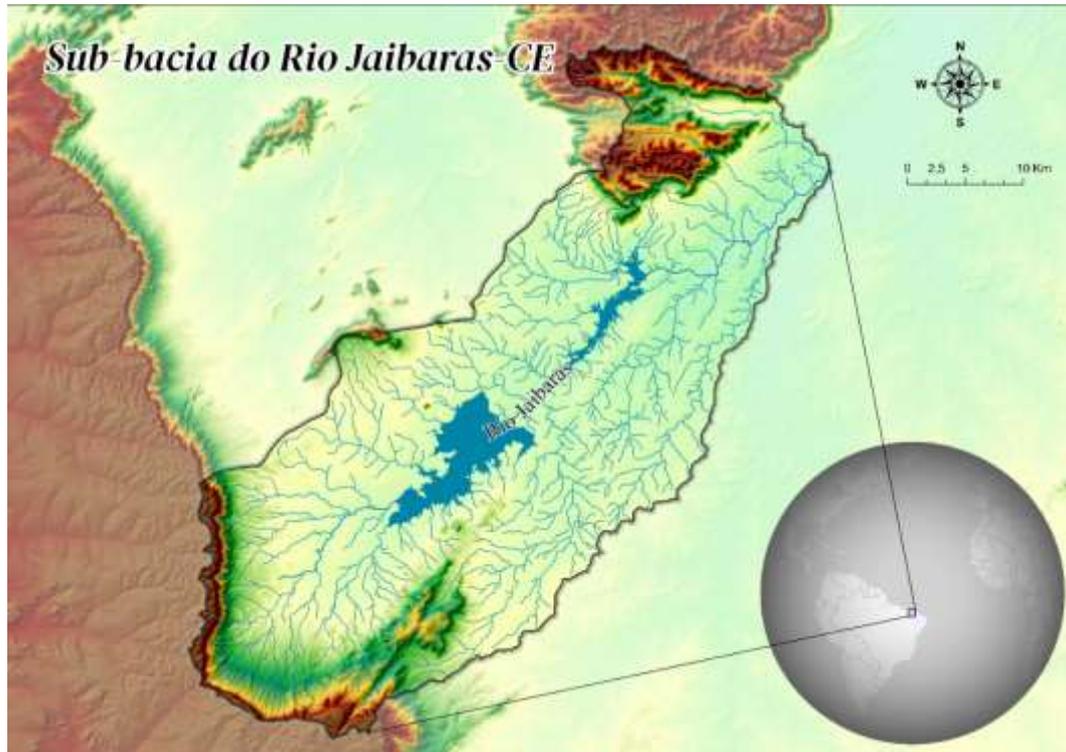
A metodologia norteadora para o presente trabalho, tratou-se de uma pesquisa de cunho bibliográfico, exploratória e de dados coletado no website da instituição Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA). De acordo com Praia, Cachupuz e Pérez (2002), a pesquisa bibliográfica tem como base os materiais que já foram construídos, o que compreende artigos científicos publicados em periódicos acadêmicos. Desta forma, a literatura se constitui como componente essencial para investigar várias temáticas científicas e seu conjunto de procedimentos para fundamentar a discussão teórica e direcionamento que o pesquisador pode percorrer.

Para esse estudo, segue o princípio metodológico de Libault (1971), dividindo as fases da pesquisa em nível compilatório, que corresponde a primeira etapa onde são coletados dados relacionados ao tema, o nível correlativo que corresponde a etapa de comparar os dados já coletados e estabelecer análises dos dados já coletados e o nível normativo correspondendo aos resultados.

Como unidade espacial delimitável para aplicação da pesquisa, adota-se a Sub-bacia hidrográfica do Rio Jaibaras, situada na porção noroeste do Estado do Ceará, compreendendo uma extensão de aproximadamente 1.567 km², sendo considerada umas das sub-bacias mais importantes da bacia hidrográfica do Rio Acaraú. A área de pesquisa apresenta em grande parte de seu território solos rasos e pedregosos, com baixa produtividade agrícola e, que associados aos usos de práticas agrícolas inadequadas acelera o processo de erosão do solo, conseqüentemente, influenciando as formas do relevo.

A sub-bacia está localizada no domínio morfoclimático semiárido, caracterizado pela irregularidade pluviométrica no tempo e no espaço, com chuvas concentradas entre os meses de janeiro a maio e o restante dos meses com pouca e/ou nenhuma chuva (ALMEIDA, 2017; FALCÃO SOBRINHO, 2020b).

Figura 1: Localização da Sub-bacia hidrográfica do Rio Jaibaras



Fonte: SRTM. Elaboração: Gomes, 2021

Com base nos suportes teóricos - metodológicos empregados, foi efetuado um levantamento de informações no que diz respeito à identificação e caracterização dos componentes setoriais da Sub-bacia como: geologia, geomorfologia, solos e declividade, para subseqüentemente auxiliar na compreensão da dinâmica da morfologia do relevo para implementação mais adequada das tecnologias sociais.

No segundo momento, realizou-se a revisão bibliográfica, que se constitui como fundamental para qualquer pesquisa científica. Assim, consultou-se em monografias, dissertações, teses, livros e periódicos as leituras relacionadas a tecnologias sociais de convivência com o semiárido, geomorfológica do Ceará e geotecnologias, que subsidiaram o desenvolvimento da mesma. As leituras e discussões envolveu referências relacionadas aos estudos dos trabalhos dos autores como, Almeida (2017), Asa (2019), Santos (2015), Silva (2004), relacionados as teorias de tecnologias sociais de convivências com o semiárido e autores com estudos de práticas nesse ambiente Magalhães *et al* (2012), Falcao Sobrinho *et al* (2015; 2017; 2019; 2021), e Florenzano (2011), alusivo ao mapeamento e geotecnologias como técnicas de sensoriamento remoto e sistema de informação geográficas-SIG.

A próxima etapa que se sucedeu foi o tratamento técnico operacional da pesquisa, com intuito de explicar os procedimentos metodológicos da organização e elaboração dos produtos cartográficos confeccionados para a referida pesquisa.

TRATAMENTO DOS DADOS PARA ELABORAÇÃO DO MAPEAMENTO TEMÁTICO

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 e o *SIG Quantum Gis 3.16*, com licença 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. O material geocartográfico utilizado como base de dados para confecção dos mapas foram os seguintes:

No desenvolvimento do mapa de geologia, utilizou as informações do mapa geológico do estado do Ceará (CPRM, 2003 e 2020), assim como os arquivos vetoriais disponibilizados pelos mesmo para elabora do produto final.

Em relação a confecção do mapa de geomorfologia, embasamos nos princípios de Souza (2000) 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 superfície sertaneja, a serra úmida, a serra seca, o planalto da Ibiapaba, os inselbergs e a planície fluvial.

Para o mapa de classificação de solos, adotou-se os procedimentos técnicos do Sistema Brasileiro de Classificação do Solos, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e, também a base de dados do IPECE (2019).

Na elaboração do mapa de declividade, considerou-se a classe de declividade proposta por Ross (1992) com ajuste nos intervalos para a área de estudo, como pode ser observado na tabela abaixo:

Tabela 1 – Classes de Declividade em Porcentagem

CLASSES	INTERVALO DE DECLIVIDADE (%)	CARACTERÍSTICAS DO RELEVO	FRAGILIDADE DO RELEVO
A	0 % - 3 %	Plano e Suave	Muito Fraca
B	3 % - 8 %	Suave Ondulado	Fraca
C	8 % - 20 %	Ondulado	Média
D	20 % - 40 %	Forte Ondulado	Forte
E	40 % - 80%	Montanhoso/ Escarpado	Muito Forte

Fonte: Adaptado de Ross (1992)

AS TECNOLOGIAS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

No início da década de 1980, surgiram as primeiras concepções de convivência com semiárido, as iniciativas partiram de ações de centro de pesquisas, como a da empresa Embrapa e ações não governamentais, que começaram a elaborar projetos nas áreas de recursos hídricos, produtivas e socioculturais (SILVA, 2004). Após essas primeiras iniciativas, na década de 90, surge a Articulação do Semiárido Brasileiro – ASA, fortalecendo ainda mais, as demais associações ligadas ao processo de convivência com o semiárido.

Almeida e Falcão Sobrinho (2020) apontam que, a partir do momento que a percepção sobre convivência com o semiárido surge, ocorre novas formas de políticas, com organização descentralizada quando comparada a centralização das decisões em tempos de “combate à seca”.

Os movimentos sociais, ONGs, sindicatos e a própria ASA, criaram o primeiro programa de formação e mobilização social para a convivência com o semiárido: Um milhão de cisternas Rurais – PIMC. As cisternas passaram a ter um papel importante nas famílias sertanejas, pois foram projetadas para ser construída perto das residências para captar a água da chuva para dentro do reservatório que tem capacidade de armazenar até 16 mil litros, garantindo uns seis a oito meses de segurança hídrica, alimentar e nutricional.

Os estudos realizados por Almeida no município de Frecheirinha, no ano de 2017, localizado no noroeste do estado do Ceará, apontaram melhorias na qualidade de vida dos beneficiários do programa PIMC, como a otimização do tempo para buscar a água em locais distantes e a redução significativa de doenças transmitidas por água contaminada.

A segunda tecnologia implantada no semiárido, foi o programa uma Terra e Duas Água, o P1+2. O programa baseou-se na possibilidade de as famílias sertanejas obterem interdependência através da tecnologia, pois esta, por sua vez, vai oferecer trabalho e renda aos agricultores. Gomes et., al (2021) em seus estudos sobre o programa uma Terra e Duas Água, o P1+2, mostraram as contribuições no uso sustentável do meio ambiente e na melhoria na alimentação e renda das famílias beneficiadas com as tecnologias. A partir desse programa derivou-se outras tecnologias que foram implantadas no semiárido brasileiro beneficiando milhões de famílias. Listadas logo abaixo:

Cisterna-Calçadão (figura 1), o modelo dispõe-se da seguinte estrutura, uma cisterna com capacidade de 52 mil litros, calçadão de 200 m² feito sobre o solo, canos que vão escoar água para dentro da cisterna, que ficam localizado na parte mais baixa do terreno. O calçadão também pode ser utilizado para secagem de feijão e milho entre outras utilidades. A água armazenada no reservatório, é utilizada na irrigação de quintais produtivos e para criação de animais (ASA, 2019). A pesquisa realizada por Barbosa et., al (2015) sobre a importância das cisternas calçadão no semiárido paraibano, apontaram que após a inserção desse tipo de tecnologia social tem melhorando a qualidade de vida das famílias pesquisadas, com a oportunidade de criar animais, produzir hortaliças e leguminosas livres de agrotóxicos para consumo próprio e comercialização.

Barragem subterrânea (figura 1), é uma tecnologia construída em áreas de baixios, córregos e riachos que se formam em períodos chuvoso. Para construção da barragem, é necessário escavar até a camada impermeável, a rocha matriz. O canal aberto, tem que ser forrado por uma lona de plástico e depois fechada. É necessário a construção de um sangradouro, para saída do excesso de água. E para segurança hídrica e alimentar, durante os períodos de estiagem, são feitos poços à aproximadamente, 5 m de distância da barragem. Deste modo, garantindo que as famílias produzam durante um ano inteiro (ASA, 2019). As barragens subterrâneas surgem com o propósito, além de armazenar água durante os meses de estiagem, fixar o homem no campo proporcionando a este, uma produção de subsistência em sua propriedade. Em estudos feitos por Sousa et. al (2014) concluíram que, com os cuidados necessários desde a implantação, a tecnologia tem sido utilizada com sucesso viabilizando a exploração agrícola e pecuária, diminuindo a dependência das chuvas.

O tanque de pedra (figura 1), o modelo dispõe de materiais acessíveis para sua construção. Geralmente em áreas que existem lajedos em que são construídas paredes

de alvenaria que funcionam na captação de água da chuva. Água armazenada é utilizada para o consumo dos animais, plantações e fins domésticos (ASA, 2019). Foi constatado na pesquisa desenvolvida por Pereira et., al (2018) que os tanques de pedra têm contribuído para promover o aumento da oferta hídrica no período seco atendendo as principais necessidades das famílias, além de ser uma tecnologia sustentável, sem causar impactos ao meio ambiente.



Figura 1: a) Cisterna de calçadão b) Barragem subterrânea c) Tanque de pedra

Fonte: GOMES (2019), EMBRAPA (2018), Semiárido vivo (2021).

Bomba d'água (figura 2), é utilizada para extrair água de poços tabulares desativados. A tecnologia dispõe do seguinte equipamento, uma roda volante, que quando girada puxa grandes volumes de água (ASA, 2019). Assim como as demais tecnologias sociais, Silva e Barros (2016), afirma que as bombas populares tem promovido o acesso a água de qualidade para as famílias do semiárido brasileiro durante todo o período de estiagem para vários usos, como: produção de alimentos, consumo de animais e uso doméstico.

Figura 2: Bomba d'água



Fonte: ASA (2021).

Barreiro – trincheira (figura 3) a exemplo como as outras tecnologias sociais de convivência com semiárido, é simples, comum e de baixo custo para implantação,

acessível para a população. Para construção, é necessário que seja um terreno plano e próximo do perímetro da produção. A estrutura da barreira – trincheira dispõe de: taques longos e estreitos e fundos com capacidade de 500 mil litros, isso faz que a evaporação seja menor e permitindo que água armazenada dure os meses sem precipitação (ASA, 2019). O estudo realizado por Silva e Barros (2016) no semiárido potiguar, mostraram que os principais usos da água armazenada no barreiro trincheiro, tem sido utilizada para dessedentação dos animais e para irrigação das plantações, além de atender as necessidades de mais de uma família, especialmente, no período de estiagem.

Barraginha (figura 3) é uma tecnologia com formato de concha e capta água durante o período chuvoso. O modelo dispõe da seguinte estrutura, dois a três metros de profundidades, com diâmetro entre 12 e 30 metros. Recomenda-se que a construção da barraginha seja realizada uma ao lado da outra, desde modo, quando um sangrar, a água abastece a seguinte (ASA, 2019). De acordo com Silva e Barros (2016) a barraginha contribuem para amenizar os problemas como enxurradas e erosão, retendo materiais assoreados e poluentes, além do uso sustentável das atividades rurais.

Cisterna – enxurrada (figura 3) dispõe de uma estrutura, com cisterna com capacidade de 52 mil litros, construída dentro do solo, ficando visível somente a cobertura de forma cônica na superfície, caixas decantadoras e canos. A estrutura é montada em um terreno, em que vai ser utilizado para captação da água e escoada para dentro das caixas decantadoras que estão em sequência e que vão fazer o papel de filtração e, em seguida levando a água para dentro do reservatório. Água armazenada tem como objetivo principal a produção saudável e sustentável de alimentos orgânicos e criação de pequenos animais (ASA, 2019). O estudo desenvolvido por Gomes et, al (2021), em uma comunidade no município de sobral, noroeste do Ceará, foi observado, que as características do relevo mantinham uma relação de reciprocidade com as cisternas de enxurrada fornecendo condições para o armazenamento hídrico durante o período de estiagem e produção de alimentos para consumo e comercialização da família.



Figura 3: a) Barreiro – trincheira b) Barraginha c) Cisterna de enxurrada

Fonte: MDS (2021), EMBRAPA (2018) e GOMES (2019).

As práticas conservacionistas intitulados de agroecologia, que tem se apresentado como uma das soluções para conservação do solo, além de proporcionarem aos agricultores uma produção em larga escala durante os doze meses do ano a exemplo dos seguintes sistemas: o sistema mandala, PAIS e os cordões de pedra.

RESULTADOS

De acordo com o estudo realizado na sub-bacia Jaibaras serão descritos, a seguir, os principais componentes ambientais (geologia, geomorfologia, solos) encontrados na pesquisa de análise geomorfológica da área em estudo para dar subsídios para discussão da análise geomorfológica da sub-bacia Jaibaras para implantação das tecnologias sociais. De acordo com Gomes et. al (2021) o estudo integrado permite entender como se dão as relações dos elementos que compõe a paisagem natural e para essa compreensão, requer a observação e análise da paisagem.

A análise e o conhecimento da geologia de uma determinada área é basilar para o fornecimento de elementos para compreensão da organização do padrão de drenagem e a disponibilidade de águas subterrâneas. Para além disso, as combinações de informações com outros elementos geoambientais dão subsídios para o entendimento do relevo e sua repercussão em outros componentes da paisagem (COSTA, 2017). Desta forma, as discussões foram pautadas na análise integrada dos elementos que compõem a paisagem natural da área pesquisada, e a partir da compreensão destes aspectos naturais, possibilitou propor quais tecnologias são mais adequadas para os compartimentos geomorfológicos ambientais da Sub-bacia hidrográfica do Rio Jaibaras.

A área territorial em análise, permeia sobre três estruturas geomorfológicas com propriedades peculiares, correspondendo aos compartimentos, Maciço Residual Úmido da Meruoca, Superfície Sertaneja e Planalto Sedimentar da Ibiapaba, compreendendo nove municípios do estado do Ceará, conforme apresentado na tabela a seguir.

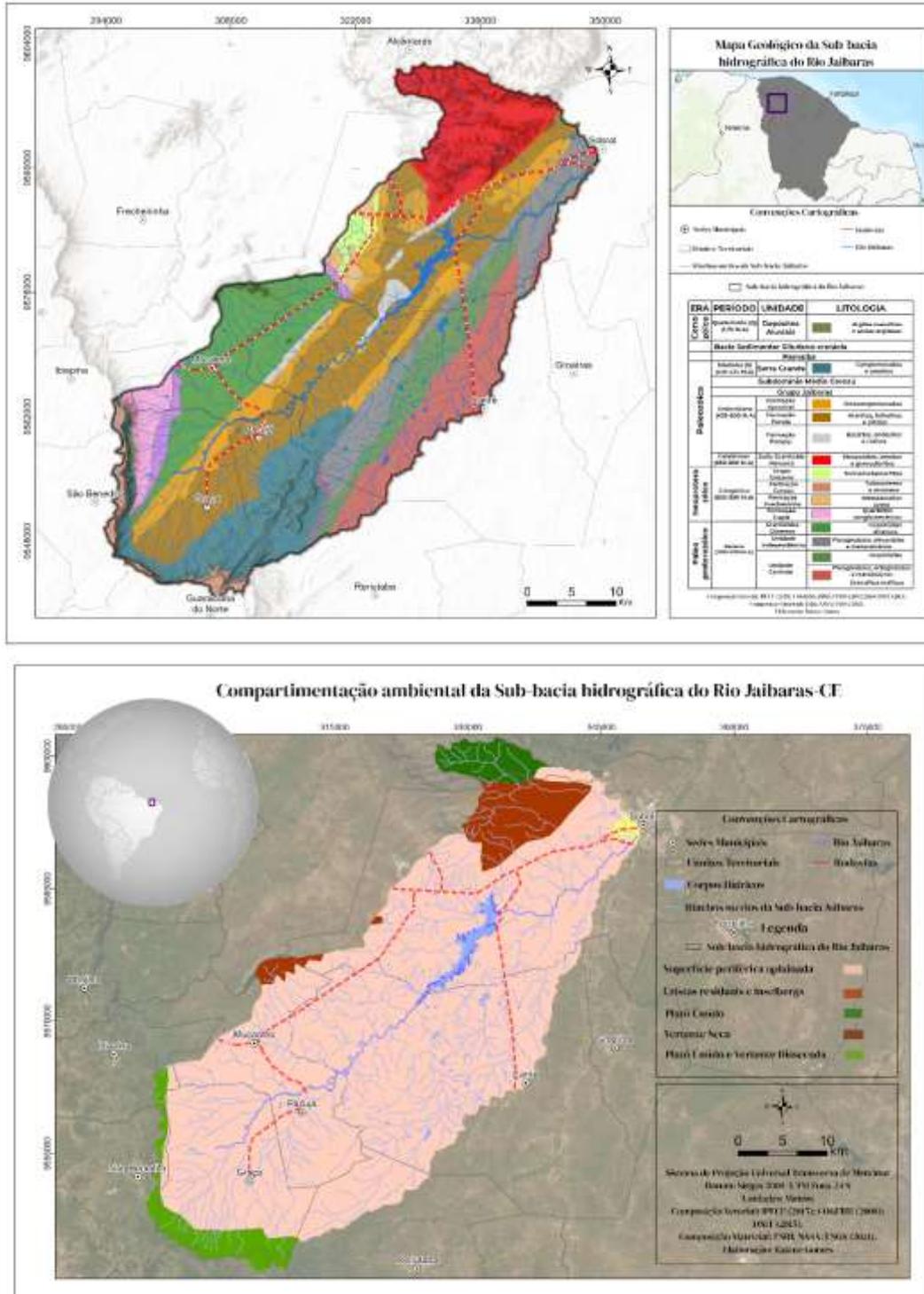
Tabela 2- Municípios banhando pela Sub-bacia do hidrográfica do Rio Jaibaras

Município	Área total do município	Total da área banhada pela Sub-bacia do Rio Jaibaras (%)
Alcântaras	138, 605	20
Cariré	756, 875	58
Graça	281, 872	99
Ibiapina	414, 938	2
Meruoca	149, 845	15
Mucambo	190, 602	71
Pacujá	76, 128	100
Reriutaba	383, 319	22
Sobral	2, 122, 897	23

Fonte: IBGE (2017) e GOMES (2011).

Destaca-se os aspectos geológicos e geomorfológicos (figura 4) nesta análise, pois foram elementares na compreensão da dinâmica dos elementos que constituem a paisagem. O conhecimento da litológica é importante porque influência, de acordo com Almeida (2017), 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.

Figura 4 - Espacialização dos compartimentos geomorfológicos e Espacialização das unidades



geológicas da Sub-bacia hidrográfica do Rio Jaibas

Fonte: CPRM, 2020, IPECE, 2015. **Elaboração:** Gomes, 2022

Em corroboração, Costa (2017), ressaltou que as condições geológicas juntamente com variáveis climáticas, são variáveis relevantes para o entendimento do relevo e sua influência em outros componentes da paisagem, como o caso do solo e por consequência a vegetação. Em consonância, Costa Lima *et al.*, (2007), dependendo do tipo de rocha, os solos podem ter mais ou menos arenoso e argiloso, e dependendo da quantidade de elementos nutrientes de cada rocha os solos podem ser férteis ou pobres.

Dessa maneira a compreensão da configuração dos componentes ambientais na paisagem é um fator importante para incorporação das tecnologias sociais de convivência com o semiárido, visto que o conhecimento da realidade local permite a integração da Tecnologias Sociais maior com o meio ambiente.

As principais tecnologias sociais presentes no semiárido cearense são as cisternas de placas e polietileno para consumo humano. Esses reservatórios cilíndricos tem capacidade para armazenar 16 mil litros de água, permitindo uma família terem suas necessidades supridas durante o período de estiagem, que dura em torno de 7 a 8 meses. Foram beneficiados em torno de 121 municípios do estado do Ceará do total de 184, atendendo cerca de 175 mil famílias (SDA, 2022).

Outro programa implementado no Ceará foi o P1 + 2 que tem como objetivo, além do armazenamento da chuva para o consumo humano, visa garantir acesso e manejo sustentável da terra e da água, contribuindo para a segurança hídrica, alimentar e nutricional das famílias. Este programa, água para produção, também tem como propósito gerar renda para as famílias agriculturas. De acordo com Andrade e Queiroz, 2009, p. 49 “o programa uma terra e duas águas desenvolvido em 26 territórios do semiárido, pretende se intensificar, consolidar e irradiar experiências com tecnologias sociais de acesso e manejo produtivos da terra e das águas, com o uso das dinâmicas sociais existentes integradas às iniciativas da ASA”.

As famílias para serem beneficiadas com os programas precisam atender aos requisitos básicos exigidos, são sempre aquelas inseridas no cadastro único para programas sociais - cadÚnico, ou mulheres na condição de chefe de família, crianças de zero a seis anos de idade; crianças e adolescentes frequentando a escola e adultos com idade igual ou superior a 65 anos (ASA, 2013). Para escolha da tecnologia mais adequada, são levadas em consideração algumas características do ambiente que as famílias se encontram inserida como, formação rochosa (geologia) e o tipo de atividade que se deseja desenvolver (ASA, 2013).

Os municípios que compreende a Sub-bacia hidrográfica do Rio Jaibas foram contemplados com os programas desenvolvidos pela ASA Brasil, o P1MC, para o consumo humano e atividades domésticas e o P1 + 2, para a produção de alimentos, promovendo a segurança alimentar e nutricional e a geração de renda.

No entanto, observou-se que alguns municípios tiveram maiores investimentos com implantação de programas de convivência com semiárido, através da ação do Governo de estado do Ceará, executado pela Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA) e Ematece. Os municípios beneficiados foram Sobral, Reriutaba e Cariré, contemplados com cisternas de placas, quintais produtivos, cisternas de enxurradas e barragens subterrâneas (SDA, 2012).

Figura 5: Tecnologias sociais do P1 + 2 no Ceará em 2019

CE TODOS OS MUNICÍPIOS	
Famílias	Boletins O Candeeiro
16.087	210
Pessoas	Participantes de intercâmbios
63.088	8.747
Barragem Subterrânea	Barraginha
253	433
Barreiro-Trincheira	Bomba D'água Popular
1.518	77
Cisterna Calçada De 52 Mil Litros - Fomento	Cisterna Enxurrada - Fomento
153	143
Cisterna-Calçada (52 Mil Litros)	Cisterna-Enxurrada
7.983	5.124
Tanque De Pedra	Viveiro de mudas
129	33

Fonte: ASA, 2022.

A área territorial que compõe a Sub-bacia Jaibaras encontra-se inserida em quase toda sua totalidade no domínio da superfície aplainada, sob o embasamento cristalino configurado como relevos menos resistente ao intemperismo e erosão, originando solos rasos e pouco profundos e pedregosos, com fertilidade variando de fértil a sem produtividade. Dessa maneira considerando tais pressupostos, foi realizada uma análise do relevo correlacionando com as tecnologias sociais de convivência com o semiárido, no intuito de propor as tecnologias mais adequadas para serem implantadas na área de estudo.

Dentre as unidades geomorfológicas pertencentes à Sub-bacia hidrográfica do Rio Jaibaras, a Superfície Sertaneja se encontra em maior representatividade espacial, com extensão de aproximadamente 56 km. Os relevos estão sob o embasamento cristalino, apresentando rochas pertencentes aos grupos de Depósitos Aluviais, grupo Serra Grande, grupo Jaibaras, grupo Ubajara, Suíte Granitóide Meruoca, grupo Ceará e Complexo Canindé do Ceará. A topografia do compartimento é constituída por relevos planos ou levemente ondulados em altitudes em torno de 58 - 350 metros, com declividades inferiores a 8 % (figura 17), associadas as fragilidades fracas a muito fraca.

Estes elementos condicionantes, permitem a incorporações de tecnologias do tipo Produção Agroecológica Integrada e Sustentável – PAIS que dispõe da mesma estrutura que o sistema mandala, mas com uma diferença, ao 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 solos que compreendem esse compartimento, apresentam baixa umidade e pouca capacidade de retenção de águas subterrâneas, além de alta susceptibilidade a erosão do solo. De acordo Azevedo et al., (2009), essas tecnologias fornecem estratégia, na qual possibilita

a integração entre cultivos agrícolas e criação de animais, permitindo a reciclagem de nutrientes entre solo, animais e plantas, de forma a equilibrar e ampliar a fertilidade.

O ambiente também fornece condições para implantação de cordões de pedra, que consistem na abertura de canais, geralmente em nível, onde são empilhadas pedras cujo objetivo é também reduzir a velocidade de escoamento das águas. Nessas áreas (superfície sertaneja) são bastante comum afloramento de rochas, ideal para construção do cordão de pedra (MACEDO *et al.*, 2009).

Estudos como de Almeida (2017), Falcão Sobrinho (2020a), Carvalho e Falcão (2021) e Gomes et al (2021), desenvolvidos sobre esses tipos de tecnologias no compartimento geomorfológico da superfície sertaneja, apontaram melhoria na qualidade da alimentação da família, tanto para consumo como para comercialização. Desta forma, nota-se o sucesso da tecnologia para substância das famílias beneficiadas.

O compartimento geomorfológico Maciço Residual Úmido da Meruoca, também denominada como enclave úmido, 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.

O uso do solo neste compartimento, tende a concentrar-se 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.

A classe de declividade nesta área é superior a 20%, conforme pode ser observada na figura 17, 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 e tanque de pedra que funcionam para captação da água da chuva e cordão de pedra, por apresentar terreno rochoso e lajedos, adequados para construção.

Observou-se no estudo desenvolvido por Gomes et, al (2021) sobre as tecnologias implantadas no compartimento do Maciço Residual da Meruoca, melhorias e contribuição na renda familiar, no entanto, o número de famílias beneficiadas são poucas. Ratifica-se, que o ambiente em questão, fornece condicionantes naturais que permitem a incorporações de tecnologias de convivência que aproveitei as condições do relevo, oportunizando o desenvolvimento sustentável.

No ambiente sedimentar, correspondendo a 8 km da área de estudo, com cotas altimétricas de aproximadamente 900 metros. Apresenta um grande conjunto de riquezas ambientais, particularmente correlacionadas ao clima úmido, devido aos altos índices pluviométricos entre 1.200 e 1.800 mm adequadamente distribuídos no tempo e no espaço da unidade. Em função dessas condições climáticas favoráveis, apresenta solos muitos profundos, friáveis, mecanizáveis, apenas necessitando de corretivos e fertilizantes para a sua utilização (BRANDÃO; FREITAS, 2014). O relevo acidentado, apresenta classes de declividades superiores a 15 % conforme a figura 17, associada a um relevo com características onduladas, montanhoso e escarpado, com fragilidades de médio a muito forte.

Mediante as características do relevo, as tecnologias sociais de convivência com semiárido mais adequada para a região são o Sistemas Mandalas, caracteriza-se como 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. 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). Também pode ser incorporados as tecnologias de modelos Cisterna Calçadão, Barragens Subterrâneas, Barreiro – Trincheira, Cisterna de enxurrada, PAIS.

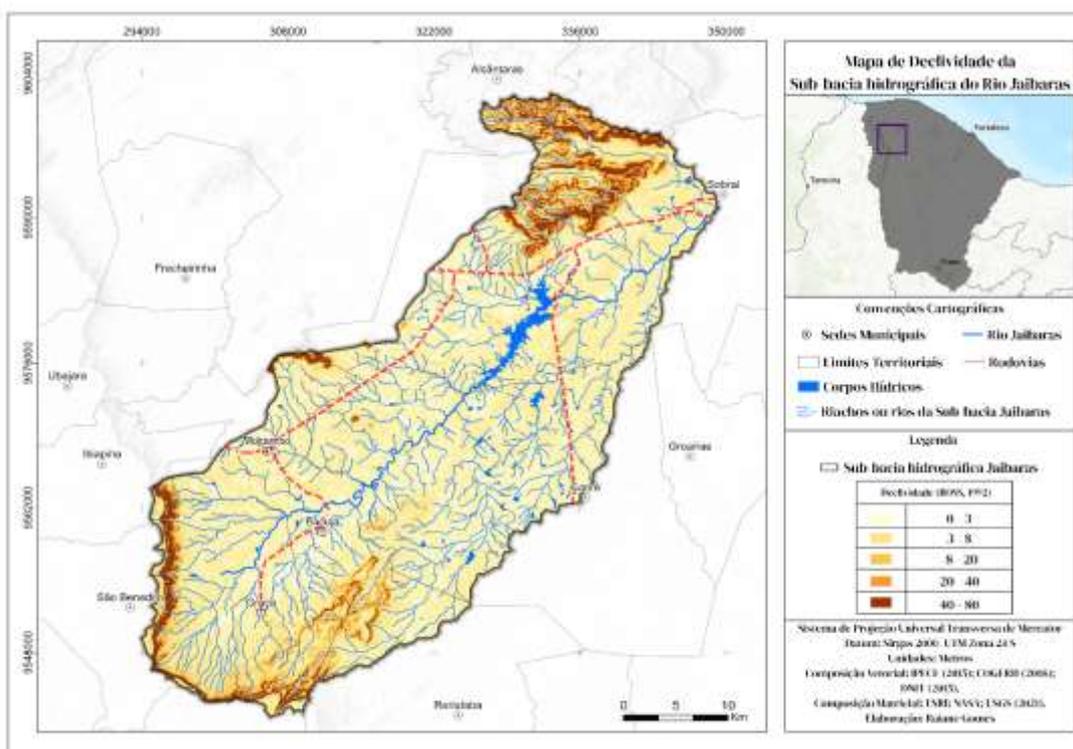


Figura 6: Declividades da Sub-bacia hidrográfica do Rio Jaibaras

Fonte: IPECE, 2015. ESRI, 2021. Elaboração: Gomes, 2022

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias sociais desde sua implantação no semiárido trouxeram significativas mudanças e melhorias, pois antes as famílias precisavam se deslocar mais de 5 km por dia para buscar água para as atividades domésticas e higiene pessoal. A implementação das tecnologias de convivência com o semiárido facilitou o acesso a água e possibilitou o armazenamento durante todo o período de estiagem, importante destacar, as reduções de contaminações de doenças vinculadas pela água.

Existem diversas pesquisas acadêmicas apontando a relevância dos benefícios após a implementações das tecnologias para a população do semiárido como, a independência

hídrica, o suprimento, sustento e renda dos pequenos agricultores. Contudo, existem poucas pesquisas que correlaciona, faz essa integração das compartimentações ambientais com as tecnologias sociais.

Dessa maneira a pesquisa buscou evidenciar através das análises dos compartimentos da Sub-bacia Jaibaras, com auxílio da ferramenta cartográfica, as tecnologias mais adequadas levando em consideração as características do meio ambiente. Também se buscou com esse trabalho colaborar com bases para futuras pesquisas, assim como, para planejamentos e elaborações de ações de políticas públicas visando a fixação do homem no campo por meio das tecnologias sociais, as quais promovem a sustentabilidade no ambiente semiárido.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. L.; FALCÃO SOBRINHO, JOSE. **Convivencia con la región semiárida a partir del uso de cisternas de placas en el municipio de Frecheirinhas, estado de Ceará, Brasil.** AGUA Y TERRITORIO ^{JCR}, v. 15, p. 89-106, 2020.

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.

ANDRADE, F.L.; QUEIROZ, P.V.M. Articulação no Semiárido Brasileiro – ASA e o seu Programa de Formação e Mobilização para convivência com o Semiárido: a Influência da ASA na construção de Políticas Públicas. In: KÜSTER, A; MARTI, J.J. (Orgs). **Políticas Públicas para o Semiárido:** experiências e conquistas no nordeste do Brasil. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2009.

ASA. ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/>. Acesso em: 27 dezembro. 2021.

BARBOSA, Wesley Rocha. **Aspectos Pedológico-Educacionais em Uma Área Susceptível à Desertificação.** Tese de Doutorado UFC, Fortaleza, 2016.

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, Bruna Lima; FALCAO SOBRINHO, José. **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(1): 33-45, 2021. DOI: [10.9734/jgeesi/2021/v25i130265](https://doi.org/10.9734/jgeesi/2021/v25i130265)

CLAUDINO-SALES, V.; LIRA, M. V. Megageomorfologia do Noroeste do Estado do Ceará, Brasil. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia. p. 200–209, 2011

CLAUDINO-SALES, V. **Megageomorfologia do Estado do Ceará: História da Paisagem Geomorfológica**. Novas Edições Acadêmicas, 2016.

CPRM. **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Estado do Ceará, 2003**.

CPRM. **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Estado do Ceará, 2020**.

COSTA, L. R. F. **Fragilidade ambiental nos sistemas ambientais e sítios urbanos no vale do rio Banabuiú – CE**. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **IBGE Cidades**, 2019. Disponível em:
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/rieriutaba/panorama>>. Acesso em: 5 julho. 2021.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FALCAO SOBRINHO, J. COSTA FALCAO, C.L.; PAIVA, A.M; MENDES, M.V.R.. **Implantação e uso de cisternas de placas no semiárido cearense: o caso de Taparuaba, em Sobral (CE)**. Revista Homem, Espaço e Tempo. Ano IX, n.1, Sobral, 2015.

FALCAO SOBRINHO, J. MENDES, M.V.R.; COSTA FALCAO, C.L.; DA SILVA, E.V. **Os recursos hídricos em ambientes geomorfológicos distintos do nordeste brasileiro**. Fórum Ambiental Paulista. V. 13, n.13. 2017.

FALCAO SOBRINHO, J.; COSTA FALCÃO, C.L.; GOMES, M.R.; ALVES, V.C. **Social Technology Application - Pais- in Association with the Semiarid in the Brazilian Northeast**. International Journal of Humanities and Social Science Vol. 9 • No. 3 • March 2019. doi:10.30845/ijhss.v9n3p10

FALCÃO SOBRINHO, JOSE; CARVALHO, B. L. **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, v. 5, p. 33-45, 2021.

FALCÃO SOBRINHO, J. LINHARES, L.I.M; CARVALHO, B.L.; ALVES, V.C.; COSTA FALCAO, C.L. **Brazilian Semi-Arid: Potentialities and Diversity of Uses**. International Journal of Humanities and Social Science Vol. 11 • No. 8 • August 2021 doi:10.30845/ijhss.v11n8p12

FALCÃO SOBRINHO, J. **Water resources available at cisterns in the acaraú river basin, Ceará, Brazil**. Revista de Geografia e Interdisciplinaridade. V. 6, p. 1-15, Graju, Maranhão, 2020a. <https://doi.org/10.18764/2446-6549.e202028>

FALCAO SOBRINHO, J. **A Natureza do Vale do Acaraú: um olhar através das sinuosidades do relevo**. Editora SertãoCult, 2020b. 199p.
<https://doi.org/1035260/87429137-2020>

FLORENZANO, T. G. **Iniciação ao Sensoriamento Remoto**, 2011.

GOMES, M. R. M; FALCÃO SOBRINHO, JOSE; CARVALHO, B. L.
Geoprocessamento aplicado a análise das tecnologias sociais em ambientes geomorfológicos distintos na sub-bacia Jaibaras- Ceará. Brazilian Journal of Development, v. 7, p. 94821-94835, 2021.

367

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).

MAGALHÃES, L.C.M.; COSTA FALCÃO, C.L.; FALCAO SOBRINHO, J.F. **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, Sobral, 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 :< ttp://www.necso.ufrj.br/esocite2008/resumos/36047.htm>. Acesso em: 28 dezembro, 2021.

MOURA-FÉ, M. M. **Evolução Geomorfológica da Ibiapaba setentrional, Ceará: Gênese, Modelagem e Conservação**. Tese de Doutorado apresentada ao PPGG da UFC, Fortaleza-CE, 2015. 307 p.

LIBAULT. A. **Os quatro níveis da pesquisa geográfica**. Métodos em questão. IGEOG-USP. São Paulo, 1971.

PEREIRA, R.C.M.; SILVA, E. V. Solos e Vegetação do Ceará: Características gerais. in DANTAS, Eustógio W. C; SILVA, José Borzacchiolo da. **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

PRAIA, J. F; CACHAPUZ, A. F. C; PÉREZ, D. G. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência; Ciência & Educação. v.8, nº1, p.127 – 145, 2002.

SANTOS, T. A. Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA BRASIL): **A convivência com o semiárido e a construção de um regionalismo de resistência** [tese]. São Paulo:

Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciência Humanas, 2015, 232 f.

SECRETÁRIA DE DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (SDA). Disponível em: <<https://www.sda.ce.gov.br/2012/12/28/governo-implanta-cisternas-e-quintais-productivos-em-sobral/>>. Acesso em: 27 dezembro. 2021.

SDA. **SECRETÁRIA DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO**. Disponível em: <https://www.sda.ce.gov.br/>. Acesso em: 10 janeiro. 2022.

SIBCS. **SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS**. Humberto Gonçalves dos Santos. 3ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. Bases naturais e esboço de zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, Luis Cruz (orgs.). **Compartimentação territorial e gestão regional do estado do Ceará**. Fortaleza: Editora FUNCEME, 2000.

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 de e OLIVEIRA, V. P. V de. **Os Enclaves Úmidos e Subúmidos do Semiárido do Nordeste Brasileiro**. Mercator – Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, vol .5, n. 9, 2006. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewArticle/91>.

ZANELLA, M. E. **As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará**. In: SILVA, J.B. CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C.; SOUSA, M. S. (Orgs). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2.ed. atual - Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p. 169-188.