



REVISTA  
Casa da  
**GEOGRAFIA**  
de Sobral  
ISSN 2316-8056



## ANÁLISE HIDROCLIMATOLÓGICA E IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS: PROPOSTAS PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DE QUIXERAMOBIM – CE

Hydroclimatological analysis and identification of environmental impacts: proposals for the management of Quixeramobim - CE water resources

Análisis hidroclimatológica e identificación de los impactos ambientales: propuestas para la gestión de los recursos hídricos de Quixeramobim - CE

Joalana Araújo Macêdo<sup>1</sup>

Giovanna de Castro Silva<sup>2</sup>

Francisco Samuel Nobre Ramos<sup>3</sup>

Francisco Davy Braz Rabelo<sup>4</sup>

### RESUMO

Este estudo tem por objetivo analisar as condições hidrológicas associadas ao clima predominante no município de Quixeramobim, localizado na Mesorregião do Sertão Central no estado do Ceará. Além de identificar os principais impactos ambientais, com intuito de contribuir para a gestão adequada dos recursos hídricos do município. Quanto ao método, constituiu-se em abordagem qualiqualitativa, observações sistemáticas dos recursos hídricos, entre outros componentes naturais do município, e utilizações de técnicas para a identificação dos principais impactos resultantes das ações antrópicas na região. Para análise hidroclimatológica, foram coletados e tratados dados pluviométricos durante a série histórica de (2006 a 2016), a elaboração de gráficos e balanço hídrico para a observação do comportamento hidrológico do município. Foram realizadas observações diretas em campo e utilização de técnicas operacionais, com auxílio de ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e do Sensoriamento Remoto. Quanto os resultados obtidos, foram levantados uma série de problemas ambientais relacionados à degradação dos recursos hídricos, entre outras unidades geoambientais. Considera-se que estas análises contribuam para subsidiar e auxiliar na identificação de ações que visem priorizar a melhoria na gestão e conservação dos recursos naturais do município.

**Palavras – chave:** análise hidroclimatológica; impactos ambientais; recursos hídricos; unidade geoambiental.

<sup>1</sup> Graduanda do Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Ceará, e-mail: joalanamacedo@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Graduanda do Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Ceará, e-mail: giovannac.silva@gmail.com

<sup>3</sup> Graduando do Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Ceará, e-mail: samuelnobre@alu.ufc.br

<sup>4</sup> Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFC, e-mail: davyrabelo@yahoo.com.br

**ABSTRACT**

This study aims to analyze the hydrological conditions associated with predominant climate in the municipality of Quixeramobim, located in the Meso-region of the Central backcountry in the state of Ceará. In addition, the main environmental impacts, with the aim of contributing to a better adequate management of the municipality's water resources. As for the method, it was constituted in a qualitative approach in which they were used systematic observations of hydric resources and other natural components of the municipality, and utilizations of techniques to identification of the main impacts resulting from anthropic actions in the region. For hydroclimatological analysis, were collected and treated pluviometric data during the historical series of (2006 to 2016), the elaboration of graphs and hydric balance for the observation of the hydrological behavior of the municipality. the field and utilization of operational techniques, with the help of tools of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing. Regarding the results obtained, a series of environmental problems were collected related to the degradation of the hydric resources and among other geoenvironmental units. It is considered that these analyzes contribute in a way to subsidize, assist in the identification of actions aimed at prioritizing a greater management and conservation of the natural resources of the municipality.

**Key-words:** hydroclimatological analysis; environmental impacts; water resources; geoenvironmental unit.

**RESUMEN**

Este estudio tiene como objetivo analizar las condiciones hidrológicas asociadas con el clima predominante en el municipio de Quixeramobim, ubicado en la Mesorregión de Sertão Central en el estado de Ceará. Además de identificar los principales impactos ambientales, con el fin de contribuir a la gestión adecuada de los recursos hídricos del municipio. En cuanto al método, consistió en un enfoque cualitativo y cualitativo, observaciones sistemáticas de los recursos hídricos, entre otros componentes naturales del municipio, y el uso de técnicas para identificar los principales impactos resultantes de las acciones antrópicas en la región. Para el análisis hidroclimatológico, los datos de lluvia se recolectaron y trataron durante la serie histórica (2006 a 2016), la elaboración de gráficos y el balance hídrico para observar el comportamiento hidrológico del municipio. Las observaciones directas de campo y las técnicas operativas se llevaron a cabo utilizando sistemas de información geográfica (SIG) y herramientas de teledetección. En cuanto a los resultados obtenidos, se plantearon una serie de problemas ambientales relacionados con la degradación de los recursos hídricos, entre otras unidades geoambientales. Se considera que estos análisis contribuyen a subsidiar y ayudar en la identificación de acciones que tienen como objetivo priorizar la mejora en la gestión y conservación de los recursos naturales del municipio.

**Palabras clave:** análisis hidroclimatológico; impactos ambientales; recursos hídricos; unidad geoambiental.

**INTRODUÇÃO**

A água sempre foi um dos recursos naturais indispensáveis para a existência humana, durante milênios foi elemento fundamental para determinar a ocupação do espaço pelas mais diversas sociedades, assim, mesmo áreas de clima extremos e pouco atrativos, como os desertos, tiveram processo de ocupação considerável. Nesta perspectiva, observa-se que os cursos d'água sempre figuraram como "modeladores" dessas sociedades, seja em caráter social ou econômico, e quando se fala de recursos hídricos deve saber que o uso deste bem, limitado e de valor econômico estimado, é destinado para diversos fins (CEARÁ, 2011).

O Nordeste brasileiro foi a área de primeira ocupação do recém "descoberto" território pelos colonizadores portugueses, no entanto as áreas de interesse das atividades econômicas, daquele período, estavam confinadas ao litoral e zona da mata, desta forma, o Sertão nordestino teve um



processo de ocupação tardio. Este “desinteresse” se deu em grande parte por conta das condições climáticas desfavoráveis, situação que começa a se modificar frente as atividades relacionadas ao gado e ao algodão que foram direcionadas ao sertão, com o intuito de evitar conflitos com a produção açucareira, principal atividade naquele período, importantes núcleos de habitação surgem no sertão nordestino, porém, sempre seguindo o exemplo das civilizações mais antigas de ocupar as proximidades dos cursos d’água.

O município de Quixeramobim encontra-se localizado na Região do Sertão Central do estado do Ceará, segundo a Compartimentação Topográfica do Estado do Ceará está inserido na Depressão Sertaneja (SOUZA, 1979), área que há séculos já enfrenta problemas decorrentes das frequentes secas que atingem a região. A seca é o fenômeno mais constante de extremo climático sentido no semiárido nordestino e as estatísticas mostram que os seus episódios se estendem de 18 a 20 anos, a cada ciclo de 100 anos (MARENGO, 2006 apud VIANA, 2013).

Possuindo uma das maiores áreas territoriais dentre os municípios cearenses, Quixeramobim está dividido em 10 distritos e a sede urbana, que possui a maior concentração populacional e o setor com mais demanda por recursos hídricos. Decorrente das adversidades ambientais enfrentadas pela população daquela cidade, desde há muito foram criadas formas que visam a convivência com a seca, um problema que assola boa parte do Nordeste brasileiro, pois as secas constituem basicamente anomalias sintomáticas de chuvas, mas, como afirmou Celso Furtado (2009), “Nada é mais importante para o desenvolvimento do Nordeste do que o aumento da resistência da região aos efeitos das secas” (p. 24).

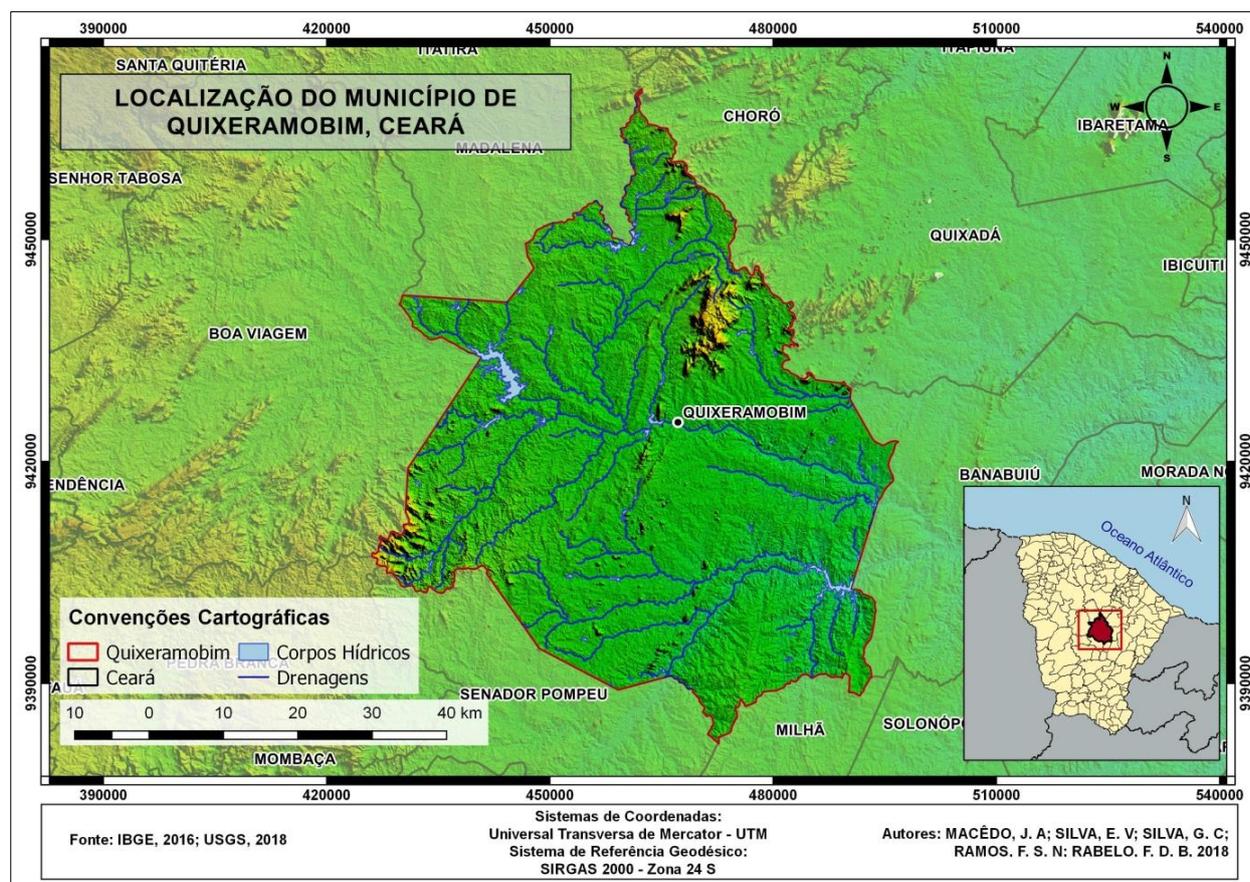
Considerada ponto equidistante e central do Ceará, Quixeramobim torna-se de interesse para análises deste caráter por possuir características de clima semiárido, com secas severas e ainda assim ser uma das maiores cidades dos sertões cearense. Tendo em vista que o quadro climático apresentado, juntamente com as características geoambientais do Estado, proporcionam severas dificuldades para a disponibilização dos recursos hídricos para o uso da população (ZANELLA, 2014 apud SILVA NETO, 2017).

Além dos problemas relacionados a atuação climática na região, há limitações quanto a estrutura geológica do município, que possui a maior parte do seu território sobre o embasamento cristalino, dificultando o armazenamento de água subterrânea que ocorre apenas por infiltração no sistema de fraturas (CEARÁ, 2009) e os rios que são intermitentes, apresentando fluxo de água somente no período chuvoso, justificando a necessidade de construção de açudes que guardem a água das chuvas para serem utilizada no período seco (CEARÁ, 2011).

Somado aos condicionantes ambientais estão os impactos antrópicos sobre os recursos hídricos do município de Quixeramobim. Pois, a poluição e degradação dos corpos d'água está associado ao processo de ocupação, que ocorre sem preocupação com o ambiente natural e resulta na diminuição da disponibilidade e perda de qualidade da água.

Quixeramobim está em parte inserido na sub-bacia do rio Banabuiú, é banhado pelo rio Quixeramobim, maior afluente da margem esquerda desta sub-bacia, assim, o recorte espacial da pesquisa foi o município (Figura 1).

**Figura 1 – Localização do município de Quixeramobim, Ceará.**



A área está localizada no Polígono das Secas que, segundo a Lei 175/36 (revisada pela Lei 1.348/51), compreende diferentes zonas geográficas as quais frequentemente são atingidas pelo fenômeno natural das secas, esta área compreende boa parte do Nordeste Brasileiro, além de parte dos territórios do estado de Minas Gerais. Caracteriza-se pela ocorrência de secas com determinada frequência, que, apesar de em alguns anos apresentarem índices pluviométricos satisfatórios, as altas taxas de evapotranspiração acabam por gerar insuficiência hídrica para a região.

Após cerca de seis anos de seca muitas cidades entraram no nível mais crítico de abastecimento, dentre elas Quixeramobim, que se encontrava com reservas garantidas apenas até metade do ano de 2018. Caso as precipitações da quadra chuvosa não fossem bastante para garantir a recarga hídrica dos reservatórios, a cidade poderia entrar em colapso, com grandes prejuízos em âmbito socioeconômico, para além dos que já haviam sido observados nos anos anteriores, como a perda da produção no campo, lavouras e principalmente a mortandade de animais, tendo em vista que esta última acarretou grandes prejuízos a economia da cidade, uma das maiores bacias leiteiras do estado.

Associado as condições naturais de semiaridez, observa-se o avanço do processo de degradação das drenagens que passam pelo município agravando o estado de insegurança hídrica no qual se apresenta o município. Para Sanchez (2008, p. 27), “a degradação ambiental é qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou uma alteração adversa da qualidade ambiental. Em outras palavras, à degradação ambiental corresponde o impacto ambiental negativo”.

Estes impactos ambientais podem ser observados em diversas situações similares a área de estudo, principalmente quando há drenagens que passam por centros urbanos, pois segundo Tucci (1997), a contaminação das águas superficiais, caracterizada pelos rios urbanos, ocorrem por conta dos seguintes fatores:

- despejos de poluentes dos esgotos cloacais domésticos ou industriais;
- despejos de esgotos pluviais agregados com lixo urbano;
- escoamento superficial que drena áreas agrícolas tratadas com pesticidas ou outros compostos;
- drenagem de água subterrânea contaminada que chega ao rio.

Devido a importância da água para as atividades humanas e considerando as condições ambientais de déficit hídrico do município associados aos iminentes impactos sofridos por rios que passam por centros urbanos, a análise hidroclimatológica e a identificação dos impactos são ferramentas importantes na gestão adequada dos recursos hídricos visando a segurança hídrica em Quixeramobim.

Diante disto, a pesquisa se propôs a realizar a identificação dos impactos ambientais e uma análise hidroclimatológica de Quixeramobim, com o intuito de otimizar a gestão de recursos hídricos em áreas com déficit hídrico. Com vistas ao atendimento do objetivo geral estabeleceu-se os seguintes objetivos específicos: caracterizar as unidades geoambientais do município; mapear os corpos hídricos que passam pelo município; analisar os dados hidroclimáticos; identificar os impactos sofridos por estes cursos d'água e propor medidas para auxiliar na gestão dos recursos hídricos no município.

Metodologicamente a pesquisa se caracteriza como quali-quantitativa de caráter exploratório, descritiva, como observação sistemática do rio Quixeramobim e a utilização da técnica *checklist* para identificação dos impactos. Assim, a partir da identificação do déficit hídrico apresentado no município e o avançado estado de degradação dos corpos hídricos, o presente trabalho buscou apresentar medidas que visem reverter o quadro atual e promovam ações com o intuito de manter a qualidade e disponibilidade satisfatória de água no município.

## **MATERIAL E MÉTODO DA PESQUISA**

Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico com os principais autores, artigos, periódicos e livros, que abordam o tema diretamente ou de forma secundária. Esta bibliografia servirá como embasamento e auxílio para o estudo realizado. Fez-se necessário ainda o levantamento de fotografias e imagens de satélites, ambas com escala adequada para o propósito da pesquisa, foi realizada a elaboração de um mapeamento da área em questão com o uso dos softwares ArcGIS e o QGIS.

Para a elaboração da análise hidroclimatológica do município de Quixeramobim foram obtidos dados registrados em plataforma dos seguintes órgãos: Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME) para dados mensais de precipitações dos anos de 2006 a 2016, dados das médias compensadas de temperatura no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), relativas ao período de 2006 a 2016. Os dados coletados foram postos em tabela no Microsoft Excel (2013) para realização da análise das médias, logo após foram gerados climogramas para a análise do comportamento hidrológico da região ao longo do ano, e um gráfico comparativo entre a média dos 11 anos com a média observada em cada ano individualmente.

O balanço hídrico é o estudo concebido por Thornthwaite e Matter (1955), em síntese, este consiste na análise que determina o potencial hídrico de uma região e que se aplica na relação observada entre elementos climáticos como a precipitação, a evapotranspiração (ETP e ETR), Armazenamento de água no solo (CAD) e de posse destes dados pode-se ainda compreender a dinâmica do escoamento superficial local na área em que foi aplicado.

Para a realização do balanço hídrico da região foram adquiridos os dados mensais de temperatura e precipitação da série histórica de 2006 a 2016 da estação pluviométrica localizada em Quixeramobim, disponíveis no site da FUNCEME para a pluviométricos e os valores referentes a temperatura foram no site do INMET.

Após a captação dos valores necessários foi calculada a média aritmética para a obtenção dos valores da média de cada mês. Com os dados prontos, estes foram aplicados ao cálculo de balanço

hídrico, em colunas destinadas a temperatura (°C) e precipitações (mm). Para a CAD foi determinado o valor de 60mm, tendo como referência o estudo do RADAMBRASIL (1973-1984), que determina para a região de Quixeramobim os valores entre 40mm e 60mm.

A identificação dos impactos ambientais foi desenvolvida partir da análise geoambiental prévia das características físicas de Quixeramobim, avaliando os componentes naturais (Clima, Geologia, Geomorfologia, Hidrografia, Solos e Vegetação) que compõem a paisagem, que para Bertrand (2004) pode ser conceituada como “Uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. (p 141)”.

A análise desses elementos serviu como base para compreender o contexto geoambiental no qual a área em questão está inserida. Após os levantamentos e análises iniciais, foram realizadas coletas de dados em órgãos governamentais, ONG's, ANA (Agencia Nacional das Águas), FUNCEME, Inemet, CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos), COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos), SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto). As informações obtidas foram transformadas em análise rítmica dos dados pluviométricos, eleição de anos padrões e a produção de gráficos de balanço hídrico. De posse desses dados, foi realizado levantamento dos corpos hídricos do núcleo urbano de Quixeramobim, bem como aqueles que fazem parte do abastecimento da cidade, mas que não se encontram na sede. Para Guerra (1980) o conhecimento em hidrologia faz necessário, pois:

O objetivo principal da hidrologia é compreender a circulação e a distribuição das águas na superfície terrestre, levando em conta o balanço hídrico e o ciclo hidrológico. A hidrologia estuda não apenas a quantidade e a movimentação das águas, mas também a taxa pela qual essas águas são afetadas pelas atividades humanas, incluindo aí o manejo dos recursos hídricos e os efeitos danosos da ação do homem sobre os processos hidrológicos. (Guerra, 1980, p. 337)

Após esta fase de levantamento de dados relacionados a clima, temperatura e recursos hídricos, foram realizados trabalhos de para compreender a dinâmica e a interação da população com o uso da água disponível. Foi observado o estado de conservação destes mananciais, percebendo possíveis processos de eutrofização, advindas de atividades de degradação relacionadas ao despejo de esgoto e descarte inadequado de lixo diretamente nos corpos hídricos.

A identificação dos impactos foi realizada a partir da observação direta em campo, com o auxílio de fotografias, e através das técnicas operacionais utilizando as ferramentas das geotecnologias referentes ao Sensoriamento Remoto e aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Para Florenzano (2005), as imagens obtidas através do sensoriamento remoto proporcionam uma visão de conjunto multitemporal de extensas áreas da superfície terrestre e esta visão sinóptica da paisagem

possibilita estudos regionais e integrados, destacando as transformações e os impactos causados por fenômenos naturais e antrópicos. Enquanto o uso de sistemas de informação geográfica (SIG) tornou-se uma ferramenta útil e poderosa para calcular e representar o padrão espacial de uso da terra e facilitar a modelagem dos ambientes (FERNANDEZ *et. al*, 2018).

A partir da identificação, os impactos foram descritos correlacionando-os com as alterações ambientais em cada unidade da paisagem, destacando os prejuízos sociais para a população do município. Com base nessa descrição dos impactos resultante das ações antrópicas e a caracterização hidroclimática, delineou-se o quadro de disponibilidade e qualidade hídrica de Quixeramobim.

Por último, após a obtenção de todas informações disponíveis advindas do levantamento bibliográfico, análise de campo, e identificação dos impactos foi realizado o diagnóstico do atual estado de conservação. Por fim, elaborou-se medidas de ações preventivas e corretivas que visam a garantia do abastecimento e a segurança hídrica do município.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com chuvas concentradas num curto Tempo e Espaço (quatro meses: Fevereiro, Março, Abril, Maio), o município de Quixeramobim assim como boa parte do NEB, recebe suas precipitações provenientes da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) que recarregam os mananciais da região, além desta, os VCAN's (Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis) e as Ondas de Leste (menor expressividade) auxiliam na manutenção hídrica dos reservatórios

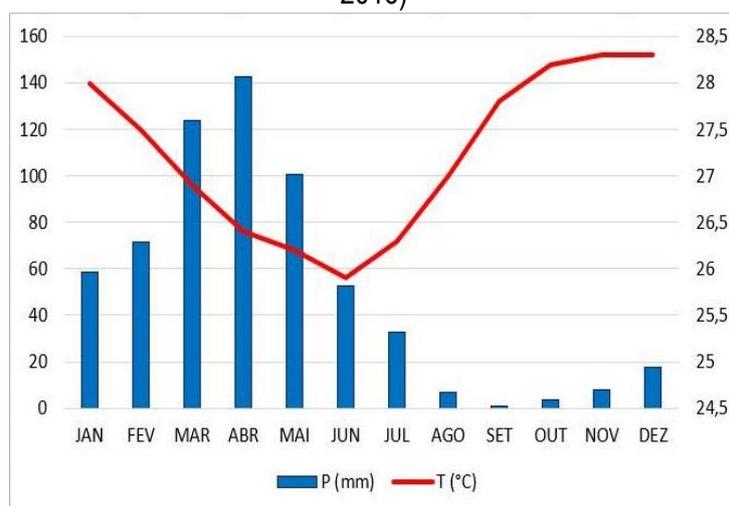
Com base nos dados obtidos pode-se analisar o comportamento climático em Quixeramobim como regular para o que é observado e característico em grande parte do território do NEB. Conforme afirma Zanella (2014), o semiárido nordestino apresenta elevadas taxas de insolação, elevadas temperaturas e baixas amplitudes térmicas, em se tratando da precipitação, a região apresenta totais pluviométricos baixos e distribuição marcadamente sazonal das chuvas. A estação chuvosa dura de 3 a 5 meses, enquanto a estação seca se prolonga por 7 a 9 meses.

A partir do gráfico 01 elaborado, tendo como parâmetro as médias de temperatura e precipitação compreendidas entre os anos de 2006 e 2016, pode-se observar que os meses da quadra chuvosa (fevereiro, março, abril e maio) apresentam as maiores médias dentro da série histórica, estes meses se inserem nas estações do verão e início do outono no hemisfério sul em que há principalmente a atuação da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) como o principal sistema atmosférico causador de chuvas na região.

O mês de janeiro apresenta precipitações da pré-estação chuvosa, nas quais o principal sistema causador destas são os VCAN's (Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis), que apresentam chuvas

consideráveis e de caráter expressivo dentro da série histórica. Os meses de junho e julho são as chuvas da pós-estação, apresentam precipitações causadas principalmente pelos Distúrbios Ondulatórios de Leste (Ondas de Leste), que quando fortalecidas atingem a região do sertão central cearense. Nos meses de agosto a dezembro as chuvas são pouco expressivas.

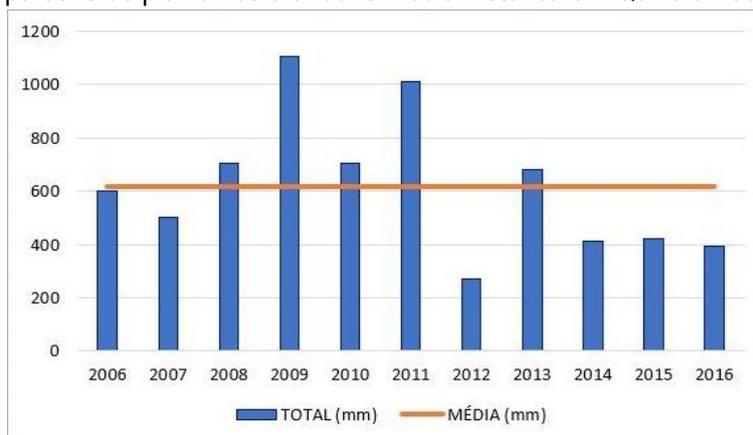
**Gráfico 1** – Climograma de temperatura e precipitação da série histórica em Quixeramobim (2006 - 2016)



Fonte: FUNCEME e INMET (2018)

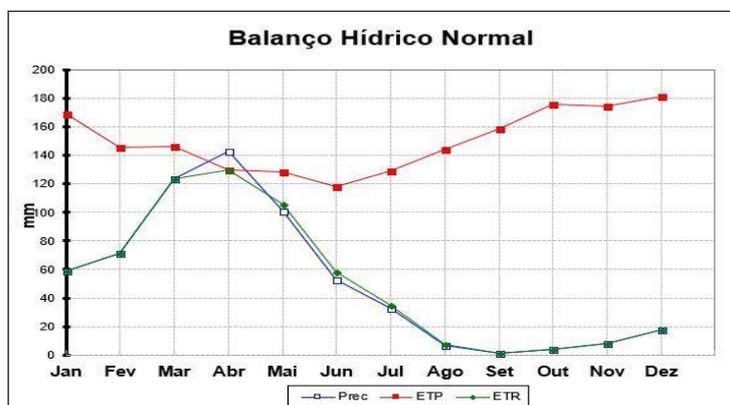
No que se refere às temperaturas locais, nota-se que a amplitude térmica é baixa, a diferença entre a mínima (25,9°C em junho) e a máxima (28,3°C em novembro e dezembro) é de apenas 2,4°C. Localizado em latitude 5° Sul em relação ao equador, Quixeramobim possui temperaturas elevadas durante o ano todo.

Conforme exposto no gráfico 2 é possível perceber que dos 11 anos analisados, 6 destes (2006, 2007, 2012, 2014, 2015, 2016) encontram-se a baixo da média (619,9mm), sendo o ano de 2012, com apenas 270,2mm, o mais crítico quando se considera o longo período de seca observado na região nos últimos anos. Os demais anos analisados apresentam precipitações acima da média, no entanto, os anos de 2009 e 2011 são os mais representativos em questão de máximas pluviométricas exprimindo os valores de 1107,5mm e 1112,8mm respectivamente.

**Gráfico 2** - Comparativo de pluviometria anual e média histórica em Quixeramobim (2006 – 2016).

Fonte: FUNCEME e INMET (2018)

Conforme análise do gráfico 3 de balanço hídrico, os meses que apresentam as maiores taxas de evapotranspiração potencial (ETP) são outubro, novembro e dezembro com taxas de 175,7mm, 174,5mm e 181,7mm respectivamente. Em contrapartida os meses de maio e junho exprimem os menores valores, com 128,6mm e 117,9mm respectivamente. Por outro lado, pode-se observar ainda que as taxas de evapotranspiração real (ETR) alcança os maiores valores nos meses de março e abril, onde as máximas atingem 123,8mm e 129,8mm respectivamente, já as mínimas obtidas estão nos meses de setembro e outubro com os valores de 0,8mm e 3,6mm respectivamente.

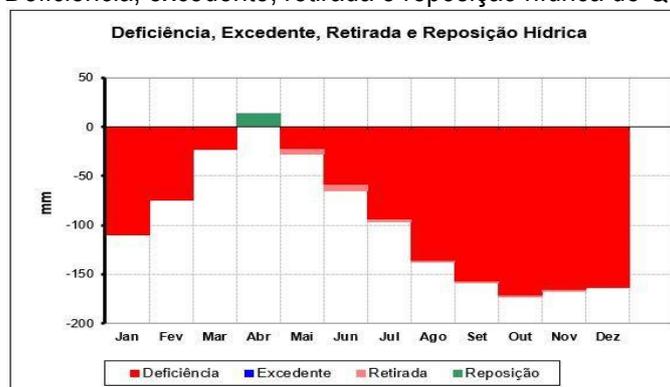
**Gráfico 3** - Balanço Hídrico de Quixeramobim em 1 ano

Fonte: FUNCEME e INMET (2018)

Com base no gráfico 4, pode-se observar que durante boa parte do ano o município sofre com a deficiência hídrica, ocasionada principalmente pela má distribuição e irregularidade das chuvas no tempo espaço que aliadas aos altos índices de evapotranspiração conferem aos mesmos problemas quanto a reposição de água no solo. Observa-se que outubro é considerado o mês de maior deficiência o mais

seco, atingindo os 172,1mm. A região não possui excedente hídrico, sendo abril o único mês que apresenta índices satisfatórios e reposição entorno de 13,2mm.

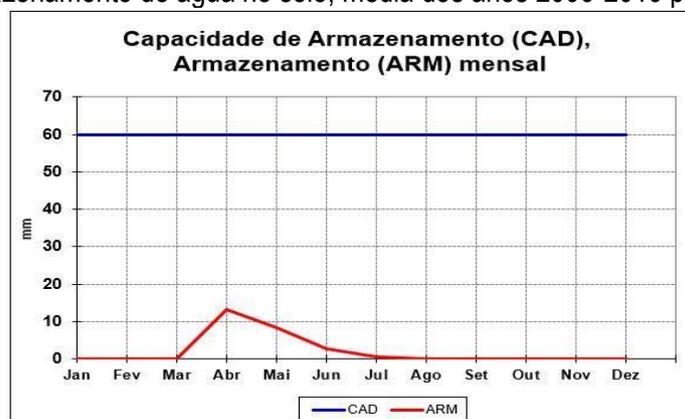
**Gráfico 4** - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Quixeramobim.



Fonte: FUNCEME e INMET (2018)

Como indica o gráfico 5, a capacidade de armazenamento de água no solo não foi atingida em nenhum dos meses analisados, pode-se observar que abril, maio e junho apresentam taxas de armazenamento positivas (13,2mm; 8,3mm e 2,8mm respectivamente). Nos demais meses do ano a capacidade de armazenamento é praticamente nula, também é neste período em que se verifica a deficiência hídrica na região, conforme observado nos dados de balanço hídrico.

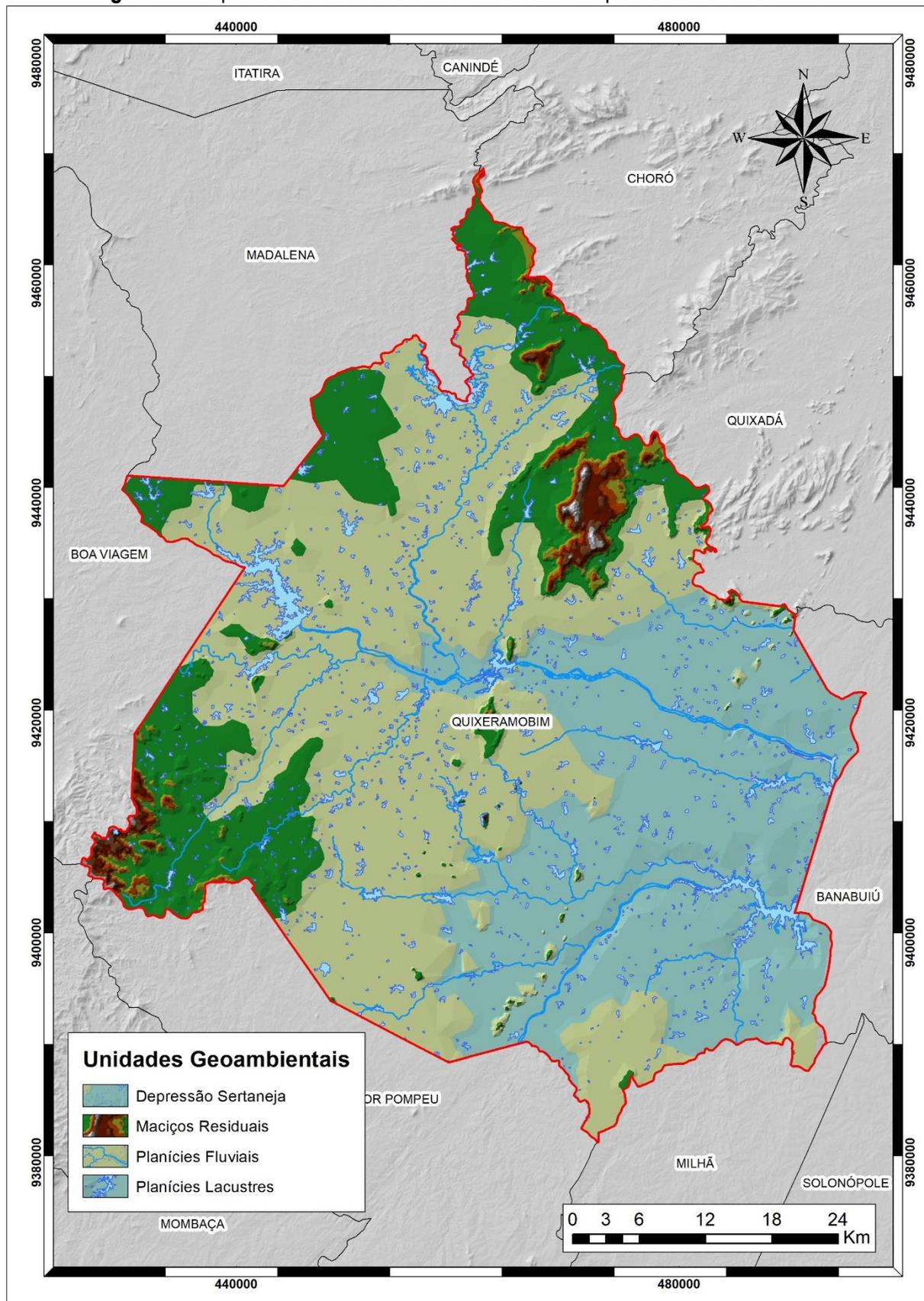
**Gráfico 5** - Armazenamento de água no solo, média dos anos 2006-2016 para Quixeramobim.



Fonte: FUNCEME e INMET (2018)

As Unidades Geoambientais do município estão representadas na figura 2 e descritas no quadro 1 que resume as características, potencialidades, limitações e os usos e impactos referente a cada uma. Com base nestas informações foi possível listar os impactos mais relevantes identificados em Quixeramobim e descrever os riscos que estes oferecem de acordo com a unidade geoambiental onde ocorre.

Figura 2 – Mapa das Unidades Geoambientais do município de Quixeramobim - CE



**Quadro 1** – Síntese das unidades geoambientais do município de Quixeramobim.

| Sistema                    | Características   | Potencialidades   | Limitações  | Uso / Impactos  |
|----------------------------|---|---|---|---|
| <b>Depressão Sertaneja</b> | Superfícies que apresentam aplainamentos, formados por processos de pediplanação. Trucam-se um complexo e diversificado conjunto de rochas ígneo-metamórficas, principalmente pelo embasamento cristalino. Nessas superfícies apresentam-se planícies fluviais, maciços e cristas residuais, além de <i>inselberg</i> . Podem ser encontrados isolados ou em grupos, distribuídos em toda a superfície pediplanada em face do processo de erosão diferencial. Invariavelmente são recobertas por vegetação de caatinga. | Solos com boa fertilidade. Pecuária extensiva. Agricultura de subsistência.                                 | Solos rasos e pedregosos com baixa capacidade de retenção da água. Favorece o caráter intermitente de toda a rede de drenagem e a crônica escassez de água. Altas taxas de evapotranspiração. Áreas susceptíveis a núcleos de desertificação. | Desmatamento indiscriminado e sobrepastoreio, ocasionando problemas de solos expostos. Perda da biodiversidade da caatinga e a expansão das atividades agropecuárias e da mineração.                                      |
| <b>Maciços Residuais</b>   | Representam um conjunto de maciços montanhosos com elevações ultrapassando em meio ao piso regional de cotas baixas, determinado pelas superfícies de aplainamento que compõem a Depressão Sertaneja. Predomínio da vegetação caatinga de estrato arbóreo.  | Extrativismo Mineral. Solos de boa fertilidade natural.   | Processos intempéricos recorrentes. Alta susceptibilidade à erosão. Existência de solos pouco profundos ou rasos, arenosos ou cascalhentos.   | Desmatamento da vegetação nativa, práticas de queimadas visando a agricultura de subsistência. Extrativismo mineral irregular.  |
| <b>Planície Fluvial</b>    | Superfícies planas, resultantes da acumulação de sedimentos inconsolidados fluviais (sedimentos aluvionares). Está sujeita a inundações sazonais e pode ser revestida primariamente por vegetação de mata ciliar. Apresentam areias finas, grossas, cascalhos e argilas com matéria orgânica em decomposição.   | Elevada capacidade de exploração agrícola e boa disponibilidade hídrica. Solos de fertilidade alta natural. | Expansões urbanas nos baixos níveis dos terraços fluviais. Contaminação e poluição dos recursos hídricos.   | Rejeitos provenientes da mineração. Degradação das matas ciliares. Destinação inadequada dos efluentes domésticos. Assoreamento dos leitos fluviais. Ocupações desordenadas nas margens dos rios. Enchentes e inundações. |
| <b>Planícies Lacustres</b> | São áreas de acumulação inundáveis que bordejam as lagoas perenes e semiperenes. Correspondem a áreas aplainadas, com ou sem cobertura arenosa, submetidas a inundações periódicas e precariamente incorporadas à rede de drenagem.   | Embelezamento paisagístico. Recreação e turismo. Manutenção microclimática. Abastecimento hídrico pontual.  | Pouca disponibilidade hídrica. Altas taxas de evaporação ocasionando baixo tempo de permanência da água.  | Eutrofização de corpos d'águas. Contaminação e poluição. Destinação inadequada dos efluentes domésticos e industriais.  |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018

Os principais impactos identificados no município de Quixeramobim ocorrem nas planícies fluviais (Quadro 1) que estão associados a urbanização da cidade. Em acordo com Tucci (1997), que relaciona os tipos de contaminação das águas superficiais mais comuns, ocorrem em resultado da ineficiência do saneamento básico que direciona os esgotos domésticos e pluviais para os rios, conforme observa-se na figura 3.

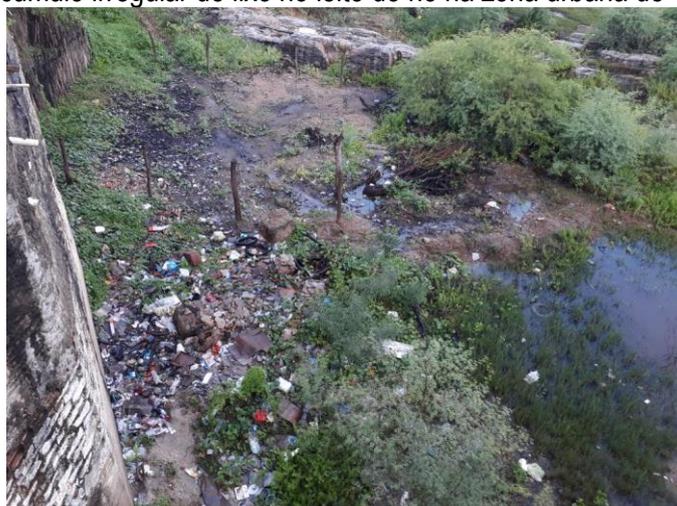
**Figura 3** – Despejo de esgoto no rio na zona urbana de Quixeramobim



Fonte: Ramos (2018)

A falta de controle do despejo de lixo as margens dos córregos e em áreas que favorecem a infiltração do chorume e a conseqüente contaminação das águas subterrâneas que chegam aos rios. Além de serem ambientes propícios a proliferação de vetores de doenças (Figura 4).

**Figura 4** – Acúmulo irregular de lixo no leito do rio na zona urbana de Quixeramobim



Fonte: Ramos (2018)

Outra situação apresentada na cidade é a canalização do leito do rio, ocasionando a impermeabilização do solo, desmatamento da mata ciliar, alteração da capacidade infiltração do solo e consequentemente a recarga dos aquíferos, perda da fauna e desequilíbrio biológico, se tornando um foco de doença, além da alteração permanente da paisagem (Figura 5).

**Figura 5 –** Canalização do rio na zona urbana de Quixeramobim



Fonte: Ramos (2018)

A ocupação desordenada das margens e até do leito do rio é outro impacto preocupante para a cidade, pois não acarreta apenas prejuízos ambientais, mas são áreas de risco para as populações que as habitam. O perigo das enchentes, a ocorrência de deslizamento, além de serem locais insalubres pelos demais impactos relacionados anteriormente, que afetam as condições ambientais (Figura 6).

**Figura 6 –** Ocupação irregular no rio na zona urbana de Quixeramobim



Fonte: Ramos (2018)

Quixeramobim passa por problemas ambientais relacionados a mineração desenvolvida em uma área que corresponde a Depressão Sertaneja (Quadro 1). Essa atividade oferece risco de contaminação do solo, que já se caracteriza como um componente limitante dessa unidade geoambiental, e com a retirada do material rochoso há o aumento do carreamento de sedimentos, influenciando no processo de assoreamento dos corpos hídricos. Além da alteração permanente da paisagem (Figura 7).

**Figura 7** – Atividade de mineração na zona rural de Quixeramobim



Fonte: Ramos (2018)

Somados a deficiência hídrica caracterizada no município, os impactos identificados relevam um quadro preocupante tendo em vista que a segurança hídrica se encontra ameaçada em Quixeramobim. As chuvas concentradas em curto período e as altas taxas de evapotranspiração definem um município que necessita de medidas para manter a disponibilidade e a qualidade da água para a população. Necessitando de políticas visando a recuperação dos rios e córregos que passam pela cidade e o controle das atividades que degradam os componentes ambientais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas ocasionados pela ocorrência das secas não podem ser evitados, mas minimizados por um planejamento eficaz, bem como o melhor conhecimento dos fenômenos que ocorrem no espaço. O semiárido brasileiro é apenas uma das várias áreas semiáridas ao redor do globo, dentre as quais muitas convivem bem com esta característica ambiental, além de apresentarem índices de

desenvolvimento econômico e social elevados de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), este é o caso de partes dos Estados Unidos e do Território de Israel, além de outras.

Assim a análise hidroclimatológica e a identificação dos impactos no município em questão se qualifica como importante ferramenta para o planejamento da segurança hídrica na zona urbana da cidade. A partir dela é possível relacionar algumas medidas mitigadoras com ações preventivas, capazes de evitar a ocorrência de danos ao meio, e corretivas, ações de recuperação do meio e minimização dos problemas ambientais já ocasionados (CRUZ; CRUZ; ROSSATO, 2014):

✓ As ações corretivas propostas são:

- Revitalizar as margens e o leito canalizado do rio a partir da recuperação da mata ciliar, com espécies nativas, minimizando os processos erosivos e evitando o assoreamento;
- Canalizar os esgotos existentes ao longo do curso dos corpos hídricos redirecionando para unidades de tratamento;
- Implementar a coleta regular de lixo nas margens do rio;
- Realocar para áreas próprias as pessoas que atualmente estão morando de forma irregular às margens e no leito do rio;
- Recuperar a qualidade das águas do rio com a despoluição e descontaminação.

✓ Ações Preventivas:

- Planejar campanhas de educação para sensibilizar sobre a necessidade de recuperação das áreas impactadas;
- Desenvolver e implementar um programa contínuo de aprendizagem e sensibilização para preservar o rio a fim de criar convivência com o meio;
- Promover eventos culturais, trilhas ecológicas, projeto de iluminação, áreas de lazer, entre outros, no entorno das áreas de preservação permanente para que a população tenha maior contato com a natureza, segurança e possa se conscientizar sobre a importância do cuidado e valorização do ambiente;
- Capacitar os agentes de saúde para monitorarem as condições de saúde dos moradores do entorno do rio;
- Disponibilizar agentes da vigilância sanitária e/ou defesa civil para monitorar periodicamente as encostas e evitar a retomada das ocupações irregulares.

A partir do exposto conclui-se que realizar a identificação dos impactos, com a descrição e ilustração dos locais afetados, associada a análise hidroclimatológica é capaz de subsidiar a elaboração de medidas mitigadoras através de ações preventivas. Possibilitando realizar o planejamento e gestão eficazes para gerenciar os recursos hídricos e manter disponibilidade e qualidade da água no município.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento através de bolsa de iniciação científica.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pelo fomento através das bolsas de extensão.

## REFERÊNCIAS

BERTRAND, George. **Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico**. In: O Espaço Geográfico em Análise, Curitiba, v. 0, n. 8, p.141 – 152, 2004.

BRANDÃO, Ricardo de Lima; FREITAS, Luís Carlos Bastos. **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014.

CEARÁ. **Caderno regional da sub bacia do Banabuiú** / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Fortaleza: INESP, 2009.

CEARÁ. **Os Recursos Hídricos do Ceará: Integração, Gestão e Potencialidades**. Fortaleza: IPECE, 2011. 273 p.

CRUZ, Franciane Cougo da; CRUZ, Anderson Cougo da; ROSSATO, Marivane Vestena. Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais: um estudo de caso. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**: - REGET, Santa Maria, v. 18, n. 2, p.777-791, 27 jul. 2014. Trimestral. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/2236117013549>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

FERNANDEZ, P.; DELGADO, E., LOPEZ-ALONSO, M., POYATOS, J. M. GIS environmental information analysis of the Darro River basin as the key for the management and hydrological forest restoration. **Science of the Total Environment** v. 613–614, p. 1154–1164, [S.l.], 2018. Disponível em: < [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)>. Acessado em: 13 abr 2018.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Geotecnologias na Geografia aplicada: difusão e acesso: **Revista do Departamento de Geografia**. n. 17, p. 24-29. São Paulo: 2005.

FURTADO, C. O Nordeste: reflexões sobre uma política alternativa de desenvolvimento. In: FURTADO, Celso et al. In: **O pensamento de Celso Furtado hoje e o Nordeste**. Rio de Janeiro: Contraponto: Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento: Banco do Nordeste do Brasil, 2009. p.15-29.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico** – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1980, p. 652.

MAGALHÃES, G. B., SILVA, E. V. \_Da teoria à prática: as unidades geoambientais e sua contribuição para o planejamento territorial cearense. In: **SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 4 e SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2.**, 2010, Coimbra. **Anais...** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010. p. 1 a 13. Disponível em: <<http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/gledson>>. Acessado em: 25 de jun 2018.

MARENGO, J, SOARES, W. Impacto das modificações da mudança climática-síntese do terceiro relatório do IPCC. Condições climáticas e recursos hídricos no Norte do Brasil. In: **Clima e Recursos Hídricos**. Porto Alegre: ABRH/FBMC-ANA, 2003. p.209-233.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Rio de Janeiro, IBGE, v. 1-34, 1976-1984.



SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495 p.

SILVA NETO, José Augusto da. **Compartimentação Geoambiental, Análise Hidrológica e abastecimento hídrico da sede municipal de Maranguape**. 2017. 97 f. **Monografia (Especialização)** - Curso de Geografia, Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Cap. 6.

SOUZA, M. J. N.; LIMA, F. A. M., PAIVA, J. B. **Compartimentação topográfica do Estado do Ceará**. 9. Ed. Fortaleza: Ciências Agrônômicas, 1979. 86 p.

THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. (1955) "**The water balance**". Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

VIANA, Cristine Ferreira Gomes. **Da seca como episódio à desertificação como processo: uma questão (não)institucionalizada**, Brasília, 2013 244p.

ZANELLA, Maria Elisa. Condições sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, Volume Especial, n. 30, p 126-142, 2014.