

FRAGILIDADE CLIMÁTICA NOS MUNICÍPIOS DE CASTELO DO PIAUÍ E JUAZEIRO DO PIAUÍ, NORDESTE, BRASIL

CLIMATE IN THE CITIES OF FRAGILITY CASTELO DO PIAUÍ AND JUAZEIRO DO PIAUÍ, NORTHEAST, BRAZIL

**Francílio de Amorim dos Santos¹
Cláudia Maria Sabóia de Aquino²**

RESUMO: O entendimento dos condicionantes climáticos em áreas naturalmente frágeis, como as Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD), é sumamente importante. Desse modo, o estudo propôs-se a: i) realizar um diagnóstico da fragilidade climática nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, considerando o Índice de Aridez (IA) e Índice Climático (IC); ii) identificar as áreas com maior fragilidade climática natural nos referidos municípios. Para análise e elaboração dos mapas do Índice de Aridez (IA) e Índice Climático (IC) foram extraídos dados das séries de precipitações de treze postos pluviométricos, situados no interior e no entorno dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, e empregados em proposta metodológica de Thornthwaite. Os resultados indicam que 14,2% da área possui alto nível de aridez, enquanto 33,1% da área apresenta alto nível de severidade climática, permitindo apontar a parte sul dos municípios em estudo como a que apresenta as maiores limitações climáticas. Os dados apresentados não esgotam as possibilidades de estudos na referida área, a identificação de outros elementos da dinâmica ambiental deve ser integrada a dados socioeconômicos para mensurar o risco de desertificação nos citados municípios.

Palavras-chave: Áreas Suscetíveis à Desertificação. Índice de Aridez. Índice Climático. Geoprocessamento.

Abstract: The understanding of the climate conditions in naturally fragile areas, such as Areas Susceptible to Desertification (ASD), is extremely important. Thus, the study aimed to: i) a diagnosis of climate weakness in the municipalities of Castelo do Piauí and Juazeiro do Piauí, considering the aridity index (AI) and Climate Index (CI); ii) identify the areas with the greatest natural climate fragility in these municipalities. For analysis and preparation of maps of the aridity index (AI) and Climate Index (CI) data were extracted from the precipitation series of thirteen rainfall stations, located inside and surrounding the municipalities of Castelo do Piauí and Juazeiro do Piauí, and employees in methodological proposal Thornthwaite. The results indicate that 14.2% of the area has a high level of aridity, while 33.1% of the area has a high level of severe climate, allowing to point the southern part of the municipalities in the study as it has the highest weather limitations. The data presented do not exhaust the possibilities for studies in that area, the identification of other elements of the environmental dynamics must be integrated with socio-economic data to measure the risk of desertification in those municipalities.

¹ Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência Tecnologia do Piauí – IFP, Campus Piriipiri.

² Docente na Universidade Federal do Piauí – UFPI.

Keywords: Areas Susceptible to Desertification. Aridity Index. Climatic Indic. Geoprocessing.

Introdução

A compreensão da dinâmica climática em uma determinada área apresenta-se como elemento fundamental para o planejamento ambiental, principalmente, quando voltado ao aproveitamento das potencialidades e convivência com as limitações, destacando-se o desenvolvimento das atividades agropecuárias. Inserem-se nesse contexto as Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD) que, acordo o PAN-Brasil (BRASIL, 2004), são áreas com Índice de Aridez (IA) entre 0,21 a 0,65, com totais de evapotranspiração superiores aos de precipitação.

Diante do exposto faz-se necessário empreender estudo acerca da fragilidade climática nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, apontados em estudo de Aquino e Oliveira (2012) como ASD. Destarte as características climáticas possibilitam o desenvolvimento de processos de alteração ferralítica e, ainda, através da erosão hídrica desencadeamento de processos de migração de argila para os horizontes mais profundos, resultando em lixiviação dos sais solúveis (AMARAL e ROSS, 2009).

Nesse sentido, os objetivos do presente estudo são: i) realizar um diagnóstico da fragilidade climática nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, considerando o Índice de Aridez (IA) e Índice Climático (IC) e ainda ii) identificar as áreas com maior fragilidade climática natural nos referidos municípios

Fragilidade climática em Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD)

O processo de desertificação está associado à degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultado das variações climáticas e atividades humanas, estas últimas devido ao uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 2004). Desse modo, pode-se afirmar que o referido fenômeno tem influência direta sobre os recursos hídricos, o solo, a cobertura vegetal e, principalmente, a qualidade de vida da população das áreas afetadas. É nesse viés que a respeito da desertificação Almeida *et al.* (2012, p.4) afirma que

As restrições naturais são principalmente, da instabilidade climática, criando indisponibilidade hídrica, que compromete todo o sistema produtivo. Essas áreas de semiaridez apresentam baixa fertilidade natural, recobertos por vegetações de caatingas, cerrados. Esse fenômeno ocorre tanto no semiárido como nas áreas de transições, com altas precipitações, sendo as praticas agrícolas voltadas para rizicultura, e outras atividades agrícolas desenvolvidas em pequenas propriedades, como a policultura.

A desertificação é um fenômeno que está presente em todos os continentes. Emeka (2013) aponta que o mesmo é um fenômeno antigo, mas que nos últimos anos tem sido acelerado pela expansão demográfica, resultando em problemas socioeconômicos frente o uso mais intenso em áreas com alta fragilidade natural. Logo, revela-se a necessidade do desenvolvimento de estudos em áreas com suscetibilidade à desertificação, a exemplo dos municípios de Castelo do Piauí e

Juazeiro do Piauí, que foram apontados em estudo de Aquino e Oliveira (2012), como áreas suscetíveis à desertificação.

Estudos para conhecer os condicionantes climáticos de uma determinada área são importantes, visto que as práticas agropecuárias sofrem influência direta dos elementos climáticos quais sejam os valores de precipitação, do nível de aridez, da umidade, do número de meses secos, dentre outros. Ferreira e Mello (2005) consideram que o clima de uma região é determinado, principalmente, pela circulação geral atmosférica resultante, em última instância, do aquecimento diferencial global pela radiação solar, da distribuição assimétrica de oceanos e continentes, bem como das características topográficas sobre os continentes.

Nesse estudo, foram utilizados alguns componentes do Balanço Hídrico (BH) para análise da fragilidade climática dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí. O BH constitui um conjunto de parâmetros que estão relacionados ao cálculo da entrada e saída de água no solo (BELTRAME, 1994). Um desequilíbrio deste balanço resultará em danos irreversíveis aos recursos naturais renováveis. Segundo Xu e Singh (1998), geralmente, a precipitação constitui-se como principal elemento para os modelos de BH e sua mensuração é feita através de dados disponíveis em redes de estações que influenciam de forma importante a confiabilidade dos cálculos do BH.

No presente estudo foram analisados o Índice de Aridez e o Índice Climático (IC). O IA é determinante para identificar as áreas suscetíveis à desertificação existentes no planeta Terra e é obtido a partir do quociente entre a Precipitação Média Anual e a Evapotranspiração Potencial Anual (P/ETP). O IC diz respeito à relação entre o Índice Efetivo de Umidade (IM) e o Número de Meses Secos, conforme aponta Aquino (2010).

Os referidos índices comporão a análise da fragilidade climática, posto que diante da composição climática frágil das ASD representam importantes parâmetros para aferição e subsídios ao planejamento das atividades humanas, visto que na área em estudo predomina clima subúmido seco e semiárido. Para Guapyassú e Hardt (1998) a fragilidade em uma determinada área envolve a valoração de certos atributos e elementos característicos dos ecossistemas de forma integrada visando uma percepção do conjunto.

Os índices climáticos propostos nesse estudo permitirão vislumbrar áreas mais frágeis com níveis de aridez mais acentuados associados aos totais de evapotranspiração elevados e concentração de chuvas em curto período de tempo.

Desse modo, vislumbra-se a necessidade de conhecimento dos referidos índices climáticos, pois as atividades humanas desenvolvidas em não observância aos mesmos irão resultar em degradação ambiental, visto que as ASD apresentam fragilidade natural. Deve-se destacar que o Nordeste do Brasil tem como principal característica climática os elevados totais de evapotranspiração, resultado das temperaturas típicas da zona tropical, e ainda concentração dos maiores níveis pluviométricos em poucos meses do ano, gerando alto potencial de erosividade em solos com baixa proteção vegetal.

Destarte, degradação ambiental pode ser apreendida como qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou seja, uma alteração adversa da qualidade do meio ambiente. Desse modo, os processos de degradação ambiental representam um impacto ambiental negativo ao ambiente e sempre tem causas humanas (CÂNDIDO, 2008).

Nesse viés, Leff (2005) afirma a degradação ambiental tem relação com a crise da civilização, posto que essa esteja marcada por um modelo de modernidade

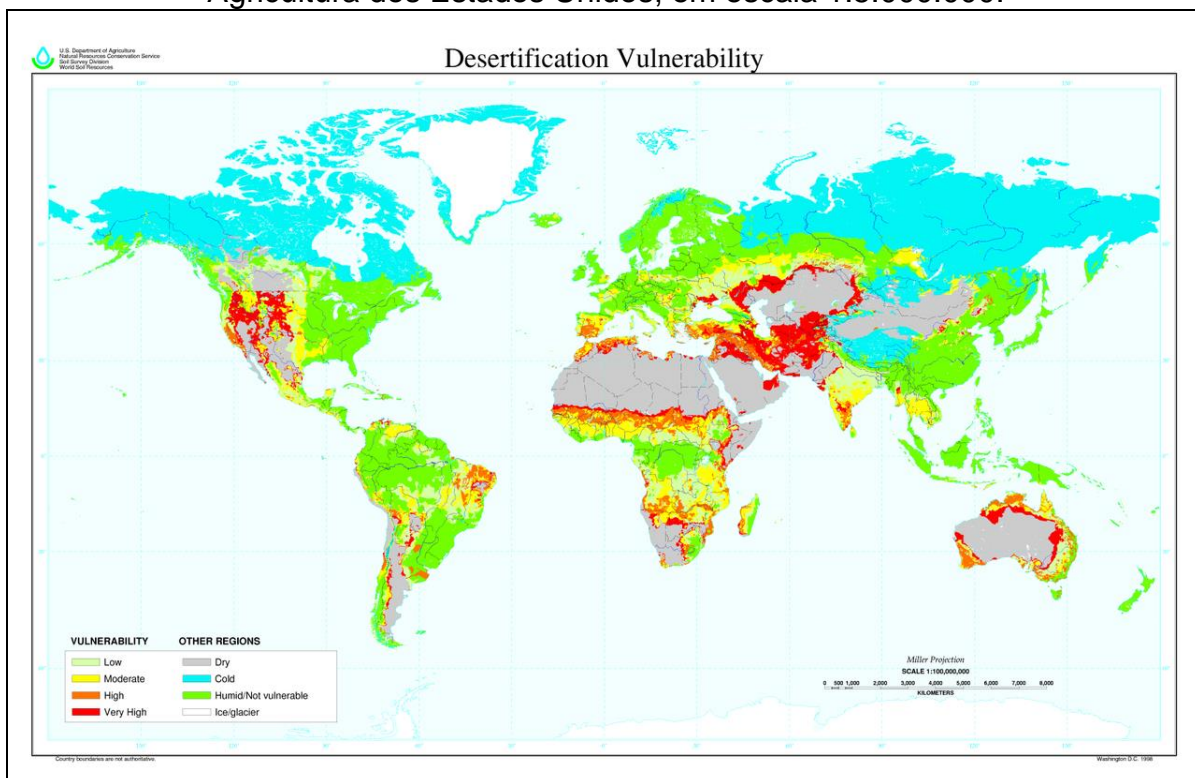
com predomínio do desenvolvimento da razão tecnológica frente à organização da natureza. O mesmo autor³ insere nesse contexto a degradação ecológica e energética fruto dos processos de produção e consumo, que almeja submeter o intercâmbio econômico às condições do metabolismo geral da natureza.

Nesse contexto, insira-se o outro ponto o conceito da desertificação que aponta que a degradação das terras secas, também, é fruto das atividades humanas praticadas de forma inadequada em ambientes naturalmente frágeis, acentuando ainda mais os processos degradacionais naturais.

Aquino e Oliveira (2013), em estudo realizado no Núcleo de Degradação de São Raimundo Nonato-Piauí identificaram níveis diferenciados para o Índice de Aridez. Constataram⁴ que a porção oriental da área em estudo apresenta médio a alto nível de comprometimento a degradação ambiental, em face da fragilidade climática, correspondendo 85% da área total. Melo (2008), por sua vez, afirma que há aumento dos valores do Índice de Climático na medida em que se afasta da zona de influência do planalto da Ibiapaba rumo à depressão sertaneja e ao reverso da cuesta da Ibiapaba, onde está localizada a área em estudo (porção oeste da cuesta), favorecendo assim condições adversas quanto aos aspectos climáticos.

Em vários países do mundo, notadamente aqueles localizados em áreas subúmidas e semiáridas, o fenômeno da desertificação vem assolando a população, conforme é exposto na Figura 1. Essa apresenta os países no mundo, considerando quatro classes de vulnerabilidades, como proposto pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA - *United States Department of Agriculture*, 1998).

Figura 1. Zonas vulneráveis à desertificação, de acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, em escala 1:5.000.000.



Fonte: United States Department of Agriculture (USDA), D.C. Washigton, 1998.

³Idem (2005).

⁴Idem (2013).

Desse modo, em estudo sobre o valor econômico da degradação da terra/desertificação, considerando os efeitos da mudança climática para a América Latina e Caribe, Morales *et al.* (2011) apontam que: o Equador foi intensamente degradado em cerca de 34.686,3 km² de seu território, entre 1982 e 2003, gerando empobrecimento do solo; no Chile, entre 1997 e 2007, a dinâmica de degradação/desertificação diminuiu em algumas regiões, manteve-se em outras e aumentou em algumas áreas; a Guatemala é o país onde mais a degradação avançou, entre 1982 e 2003, cerca de 59% de seu território foi degradado; Costa Rica, El Salvador, Honduras e Nicarágua apresentam taxa de degradação entre 29% a 38%; enquanto que Panamá e Belize têm a menor taxa de degradação, com 11% e 13%, respectivamente.

Segundo os autores⁵ os resultados sugerem que os custos da degradação da terra e a desertificação variam anualmente entre 8% e 14% do PIB agrícola. Tal fato deriva principalmente da complexidade do referido fenômeno aliado à falta de integração na tomada de decisões que resulta em incompreensão por completo e medidas que não retificam o processo de desertificação, conforme apontam Oñate e Peco (2005).

Dentre a diversidade de elementos que constituem as paisagens do Nordeste brasileiro o elemento mais marcante do quadro natural é a condição de semiaridez, com a maioria de seus cursos d'água sendo intermitentes e sazonais, com baixo potencial de águas subterrâneas, segundo Sales (2002). Nesse contexto, é sumamente importante realizar estudos para a caracterização e a análise de alguns dos principais elementos constituintes do clima – Índice de Aridez (IA) e Índice Climático (IC) – para fins de conhecimento da fragilidade climática em Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD) e possibilidade de planejamento ambiental para convivência com as condições climáticas locais.

Procedimentos e técnicas

Para realização do diagnóstico da fragilidade climática, bem como identificação das áreas com maior fragilidade climática natural considerou-se a funcionalidade do Índice de Aridez (IA) e do Índice Climático (IC).

O IA e o IC foram representados cartograficamente por meio de técnicas de geoprocessamento. Os mapas foram elaborados a partir do tratamento de dados mensais de precipitações de 13 postos pluviométricos, situados no interior e no entorno dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, a partir de série histórica de 23 anos, submetidos ao modelo de Thornthwaite (THORNTHWAITE e MATHER, 1955). As falhas das referidas séries (1963 a 1985) foram corrigidas pela técnica de Ponderação Regional proposto em Tucci (1993).

O Índice de Aridez (IA) é o quociente entre a Precipitação Média Anual e a Evapotranspiração Potencial (UNEP, 1991). Para classificar o grau de aridez dos municípios de Castelo do Piauí e de Juazeiro do Piauí foram delimitadas 3 classes, observando-se os respectivos intervalos de IA, como mostra a Tabela 1.

⁵Idem (2011).

Tabela 1. Intervalos e classes do Índice de Aridez (IA) com respectivos pesos correspondentes a cada classe.

Intervalos do IA	Classe atribuída	Peso
IA > 0,75	Baixa	1
0,65 < IA < 0,75	Moderada	2
IA < 0,65	Alta	3

Fonte: Santos (2015).

Para elaboração do mapa de Índice Climático (IC), foram combinados os mapas de Índice Efetivo de Umidade (IM) e Número de Meses Secos (MS). O IM é utilizado para mensurar o quanto úmido ou seco é o clima de determinada área, considerando os valores de Evapotranspiração Potencial (ETP), Excedente Hídrico Anual (EXC) e Déficit Hídrico Anual (DEF). A Evapotranspiração Potencial (ETP) é a quantidade de água necessária para manter a cobertura vegetal sempre verde em relação a uma determinada temperatura (AQUINO, 2010). Por sua vez, o MS permite inferir a concentração das chuvas e/ou meses secos ao longo do ano. O IM é mensurado de acordo com a Equação 1, segundo Thornthwaite e Mather (1955).

$$IM = [(EXC - DEF) \times 100] / ETP \quad (1)$$

Onde:

IM = é o Índice Efetivo de Umidade (IM);

EXC = é o Excedente Hídrico Anual;

DEF = é o Déficit Hídrico Anual;

ETP = é a Evapotranspiração Potencial Anual.

O IC possibilitou visualizar o nível de severidade climática dos municípios de Castelo do Piauí e de Juazeiro do Piauí. Para tal fim, foram definidas 3 classes, constantes na Tabela 2.

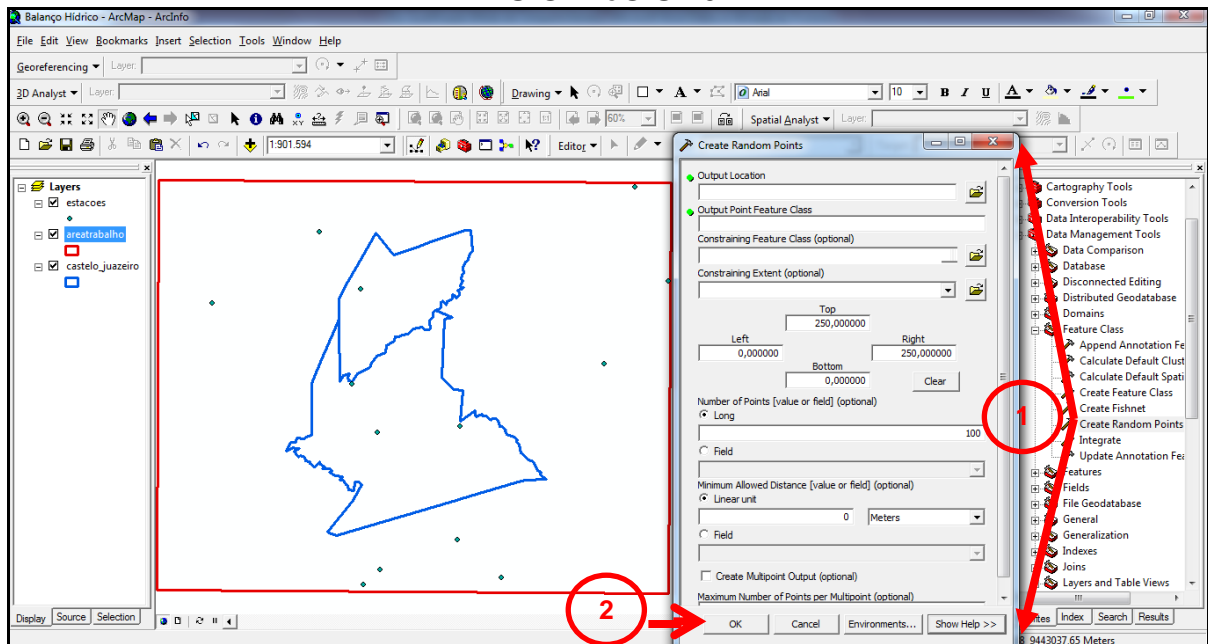
Tabela 2. Classes do Índice Climático (IC) com respectivos pesos.

Classes do IC	Peso
Baixa severidade climática	1
Moderada severidade climática	2
Alta severidade climática	3

Fonte: Santos (2015).

Deve-se destacar que os mapas dos parâmetros do Balanço Hídricos aqui utilizados foram elaborados no ArcGIS 10. Inicialmente, foi delimitada uma área de trabalho e através da ferramenta *Data management* e opção *Feature class* e *Create random points* foram especializados os dados dos 13 postos pluviométricos da Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1990), conforme apresentado na Figura 2.

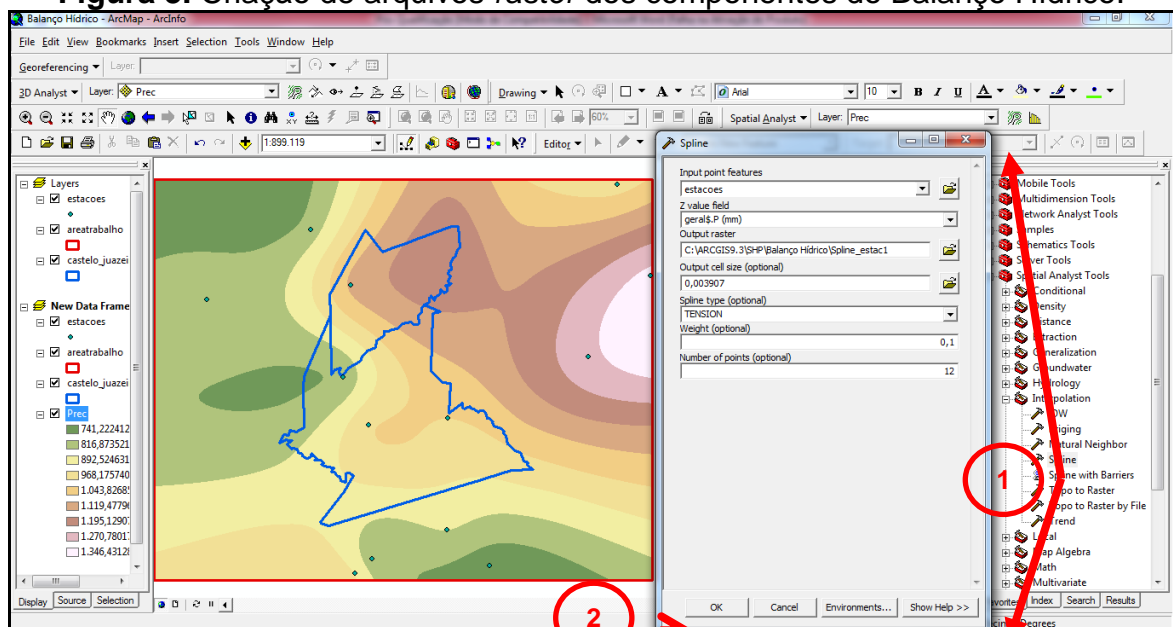
Figura 2. Espacialização dos treze postos pluviométricos da SUDENE (1990), no SIG ArcGIS 10.



Fonte: Santos (2015).

Através da ferramenta *Tools* e opção *Add XY Data* foram introduzidas as Latitudes e Longitudes dos postos pluviométricos. Em seguida, utilizou-se a ferramenta *raster interpolation* e opção *spline* e *environment settings* para a criação dos arquivos *raster* dos componentes do Balanço Hídrico. Posteriormente, usou-se a ferramenta *spatial analyst* e opção *surface* e *contour* para gerar isolinhas a partir do *raster*, anteriormente criado (Figura 3). Após esse procedimento seguiu-se à vetorização das isolinhas. Para finalizar os mapas foi recortada as áreas dos municípios de Castelo do Piauí e de Juazeiro do Piauí tendo como arquivo de entrada o *raster* e as isolinhas produzidas.

Figura 3. Criação de arquivos *raster* dos componentes do Balanço Hídrico.



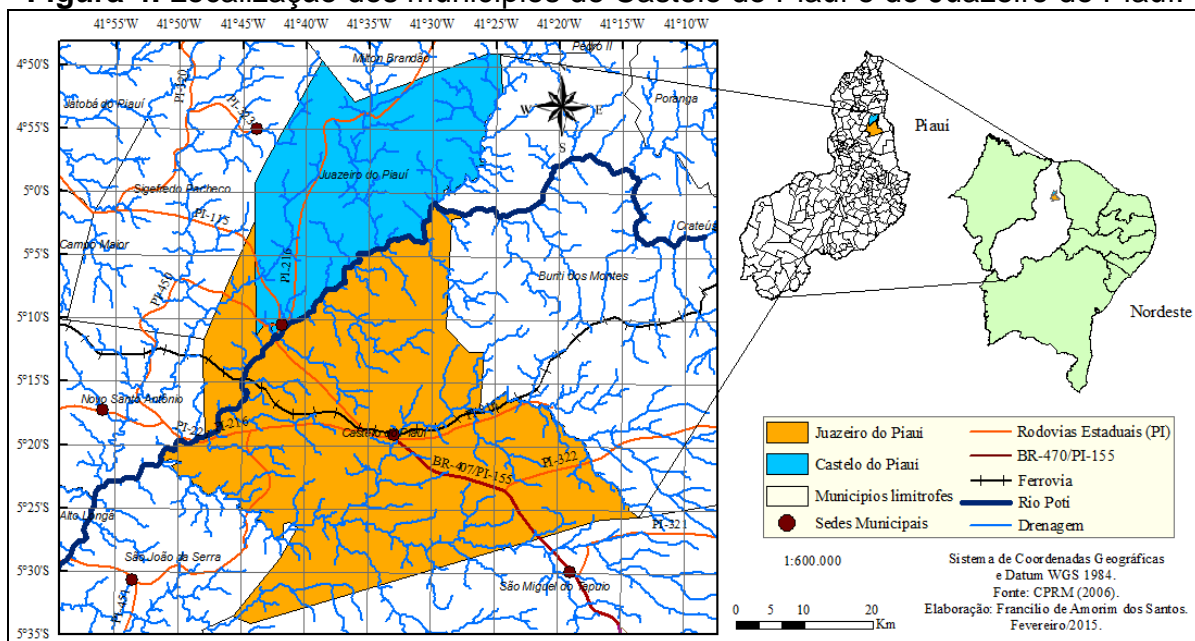
Fonte: Santos (2015).

Sem síntese os índices propostos permitiram mensurar o nível de aridez e as classes climáticas nos municípios em estudo. Fato que subsidiará o uso racional dos recursos naturais e constituirá ponto de partida para outros estudos. Pois sendo a área dos municípios classificada como suscetível à desertificação, demanda monitoramento acerca da dinâmica climática e das práticas de atividades quanto das atividades relativas ao uso das terras, buscando minimizar ou mitigar os efeitos da desertificação sobre os sistemas ambientais.

Localização e caracterização da área em estudo

A pesquisa foi desenvolvida nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, localizados na Macrorregião Meio-Norte, Território de Desenvolvimento dos Carnaubais e 6º Aglomerado de Municípios (AGM) (PIAUI, 2006), conforme apresentado na Figura 4. Suas sedes municipais localizam-se, respectivamente, a 184 km e 158 km de Teresina, possuindo importantes fontes historiográficas, registros fósseis, vegetação de transição caatinga, cerrado e mata de cocais, com formações rochosas areníticas.

Figura 4. Localização dos municípios de Castelo do Piauí e de Juazeiro do Piauí.



Fonte: CPRM (2006).

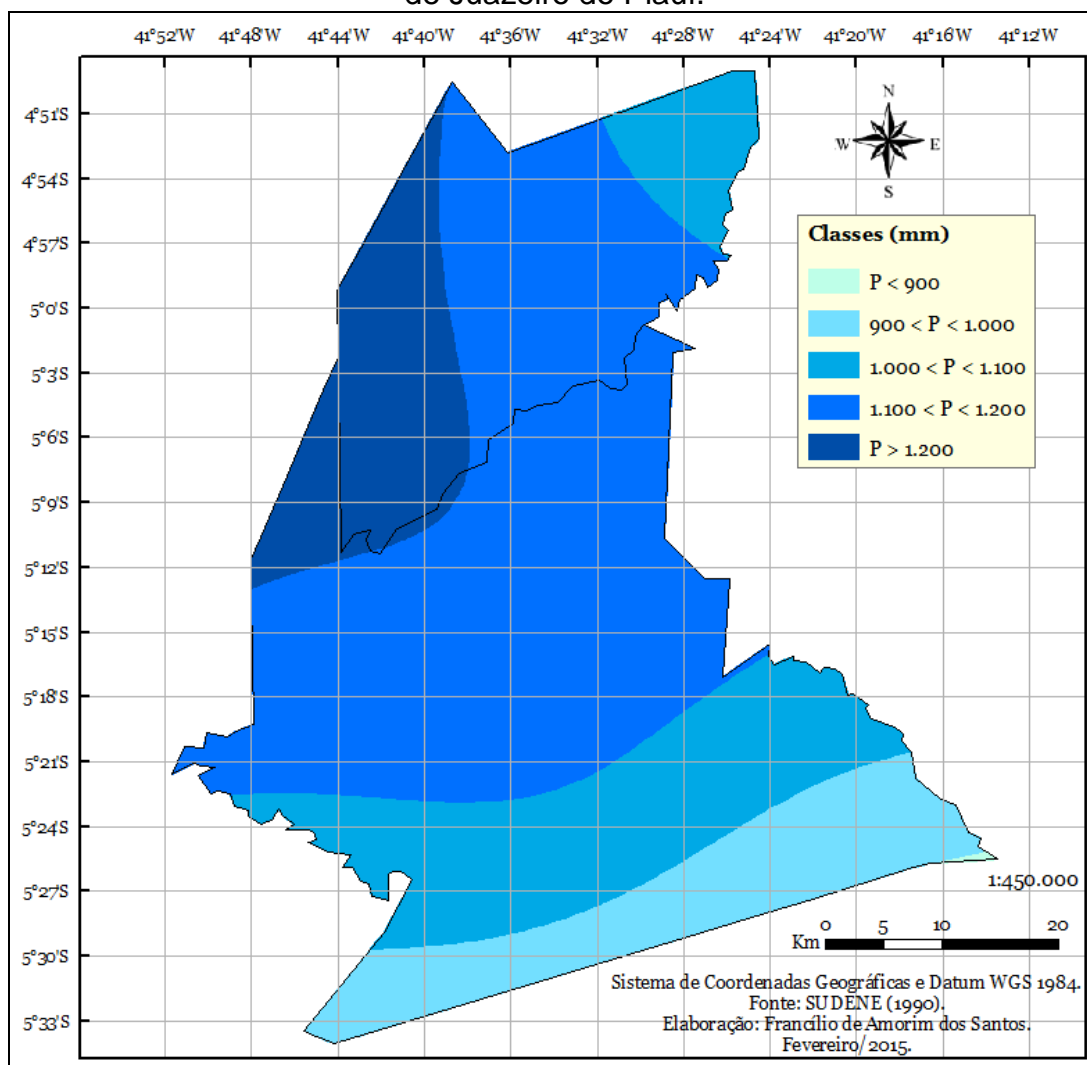
O município de Castelo do Piauí possui uma área de 2.035,2 km², limitando-se ao norte com Pedro II, ao sul com São Miguel do Tapuio, a Leste Área de Litígio entre Piauí e Ceará, a oeste com Campo Maior, Alto Longá e São João da Serra. Sua sede municipal localiza-se às Coordenadas Geográficas: 05°19'19"S e 41°33'10"O (AGUIAR e GOMES, 2004a). Por sua vez, Juazeiro do Piauí possui área de 827,2 km², limitando-se ao norte com Sigefredo Pacheco e Milton Brandão, ao sul com Castelo do Piauí e Buriti dos Montes, a leste com Buriti dos Montes, a Oeste Castelo do Piauí e Sigefredo Pacheco. Sua sede situa-se nas Coordenadas Geográficas de 05°10'19"S e 41°42'10"O (AGUIAR e GOMES, 2004b).

Análise e Discussão dos Resultados

Aspectos climáticos

A precipitação dos postos pluviométricos, inseridos no interior e no entorno, de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí apresenta variabilidade média. Por meio da Figura 5, pode-se inferir que a parte centro-norte, que está sob influência da ZCIT, apresenta 51,1% de precipitação no intervalo 1.100 a 1.200 mm. Desse modo, pode-se apreender que há uma grande concentração dos totais pluviométricos, típica de áreas semiáridas, e em específico de áreas suscetíveis à desertificação (ASD). Tal fato pode desencadear processos erosivos nos solos, principalmente, naqueles considerados jovens e maduros e com baixa proteção da cobertura vegetal. O segundo maior nível de precipitação situado no intervalo de 1.000 a 1.100 mm, corresponde a 23% dos referidos municípios e abrange a região nordeste e sudeste.

Figura 5. Precipitação Total Média Anual (P) dos municípios de Castelo do Piauí e de Juazeiro do Piauí.

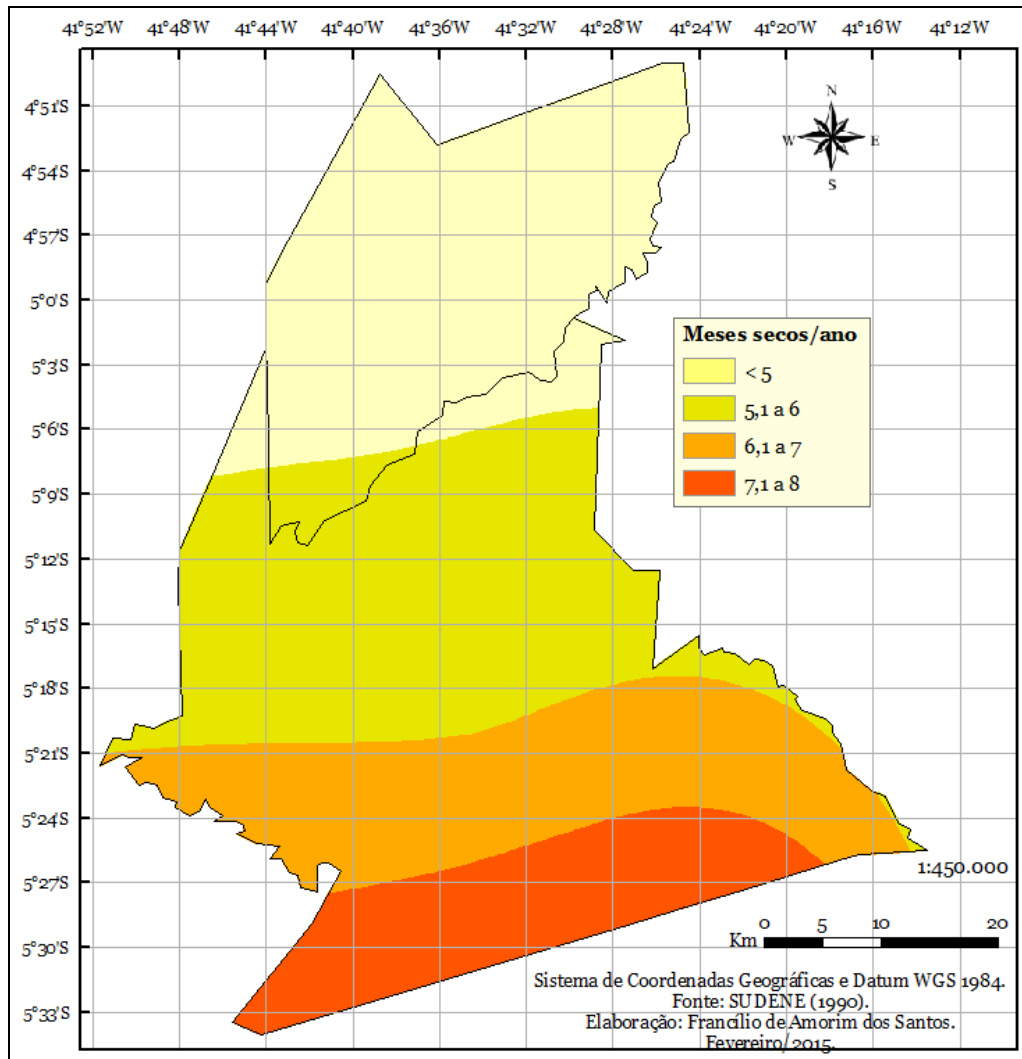


Fonte: SUDENE (1990).

Os municípios em estudos apontaram concentração de chuvas de janeiro a maio, corroborando o trabalho de Aquino (2010). Entretanto, 33,5% dos territórios

castelense e juazeirense apresentam 5,1 a 6 meses secos, enquanto que 30,2% da área apresenta menos de 5 meses secos, como exposto na Figura 6. Logo, há uma concentração do volume pluviométrico em um curto período de tempo gera intenso processo de erosão que é agravado em áreas com pouca ou nenhuma proteção da cobertura vegetal, o que pode resultar no desencadeamento e/ou expansão do processo de degradação/desertificação.

Figura 6. Número de Meses Secos (MS) dos municípios de Castelo do Piauí e de Juazeiro do Piauí.

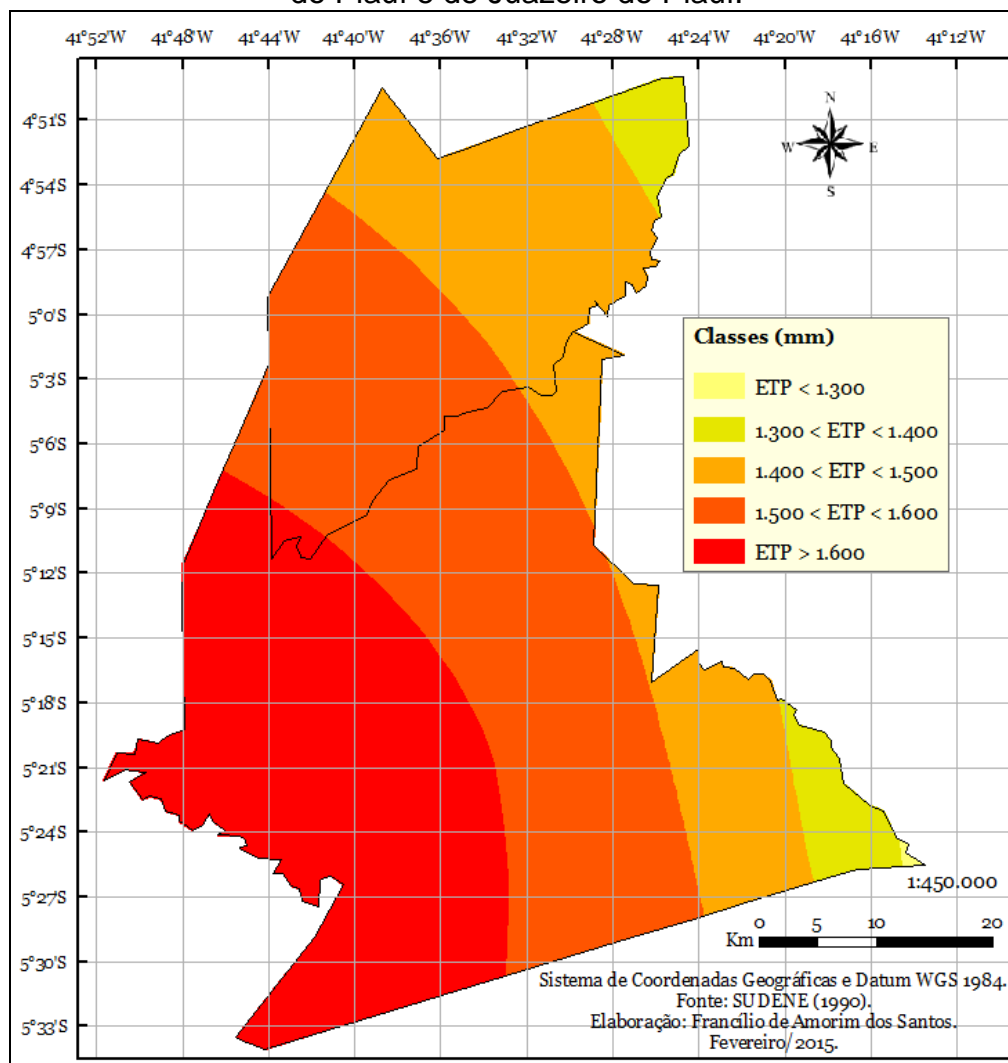


Fonte: SUDENE (1990).

Ao observar a Figura 7 pode-se afirmar que os mais expressivos valores de ETP localizam-se entre 1.500 a 1.600 mm, abrangendo 40% da área em estudo. O segundo maior nível de ETP é superior a 1.600 mm, o que corresponde a 32% da área de Castelo e Juazeiro. De acordo com Aquino (2010), os valores são considerados característicos de regiões tropicais semiáridas, devido a grande oferta de energia solar. Tal fato resulta em elevados valores de ETP, altas temperaturas e déficit hídrico significativo, esse último elemento é observado na maioria dos postos. Portanto, quando considerado o fenômeno da desertificação os elevados totais de ETP geram déficit hídrico e acentuam a baixa produtividade dos cultivos de

subsistência nas ASD. Logo, deve-se buscar gerar estratégias para a convivência com a baixa quantidade hídrica para o desenvolvimento das atividades humanas.

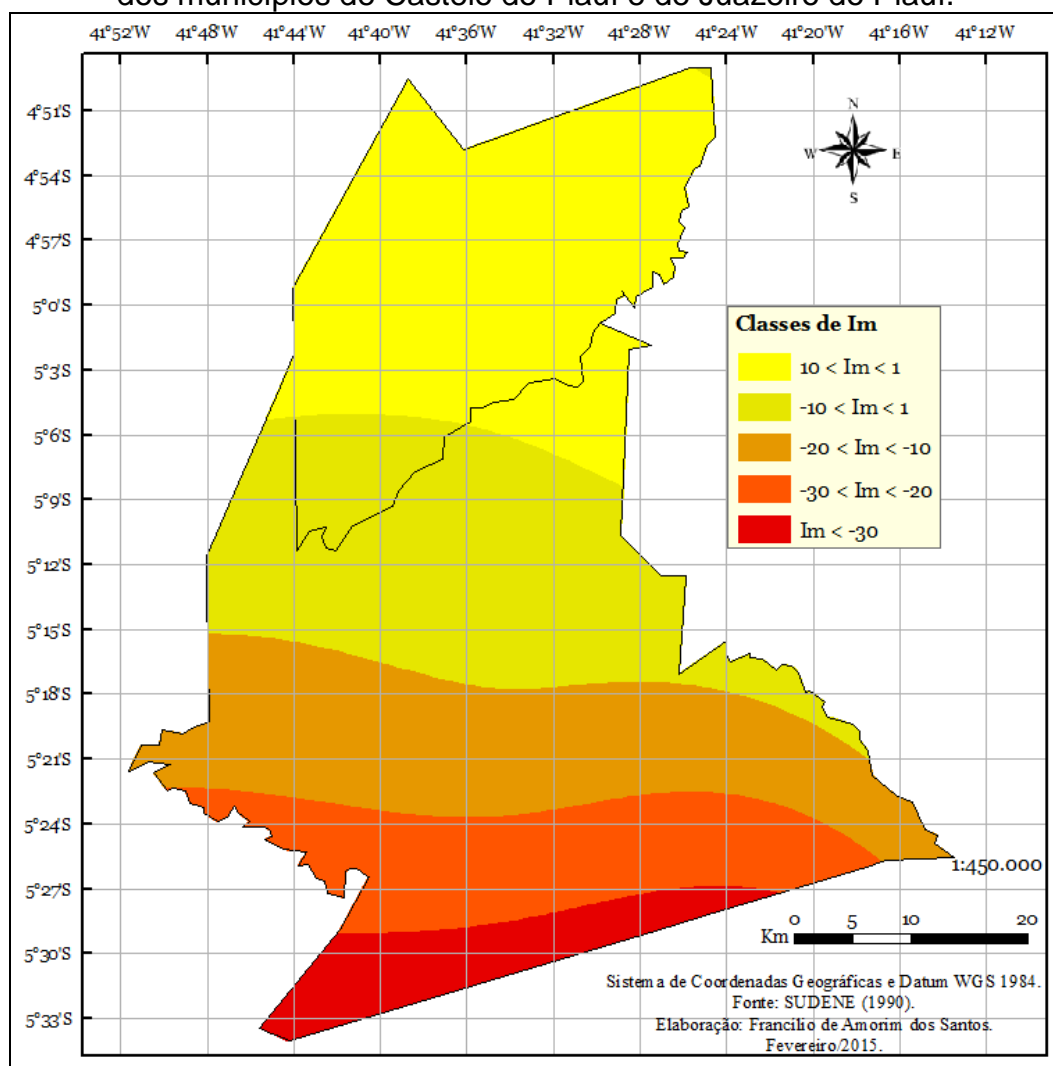
Figura 7. Evapotranspiração Potencial Total Anual (ETP) dos municípios de Castelo do Piauí e de Juazeiro do Piauí.



Fonte: SUDENE (1990).

O Índice Efetivo de Umidade (IM) permitiu realizar a classificação climática da área em estudo, conforme Figura 8. Desse modo, o IM apontou que 64,7% do território castelense e juazeirense é classificado como do tipo climático subúmido seco, enquanto que 28,6% corresponde ao clima do tipo subúmido úmido e 6,7% corresponde ao clima tipo semiárido. Portanto, 71,4% da área em estudo apresenta fragilidade natural e suscetibilidade à desertificação, o que quando integrados aos demais elementos da dinâmica da paisagem podem acentuar, ainda, mais os efeitos climáticos sobre os municípios estudados.

Figura 8. Classificação climática, de acordo com o Índice Efetivo de Umidade (IM), dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

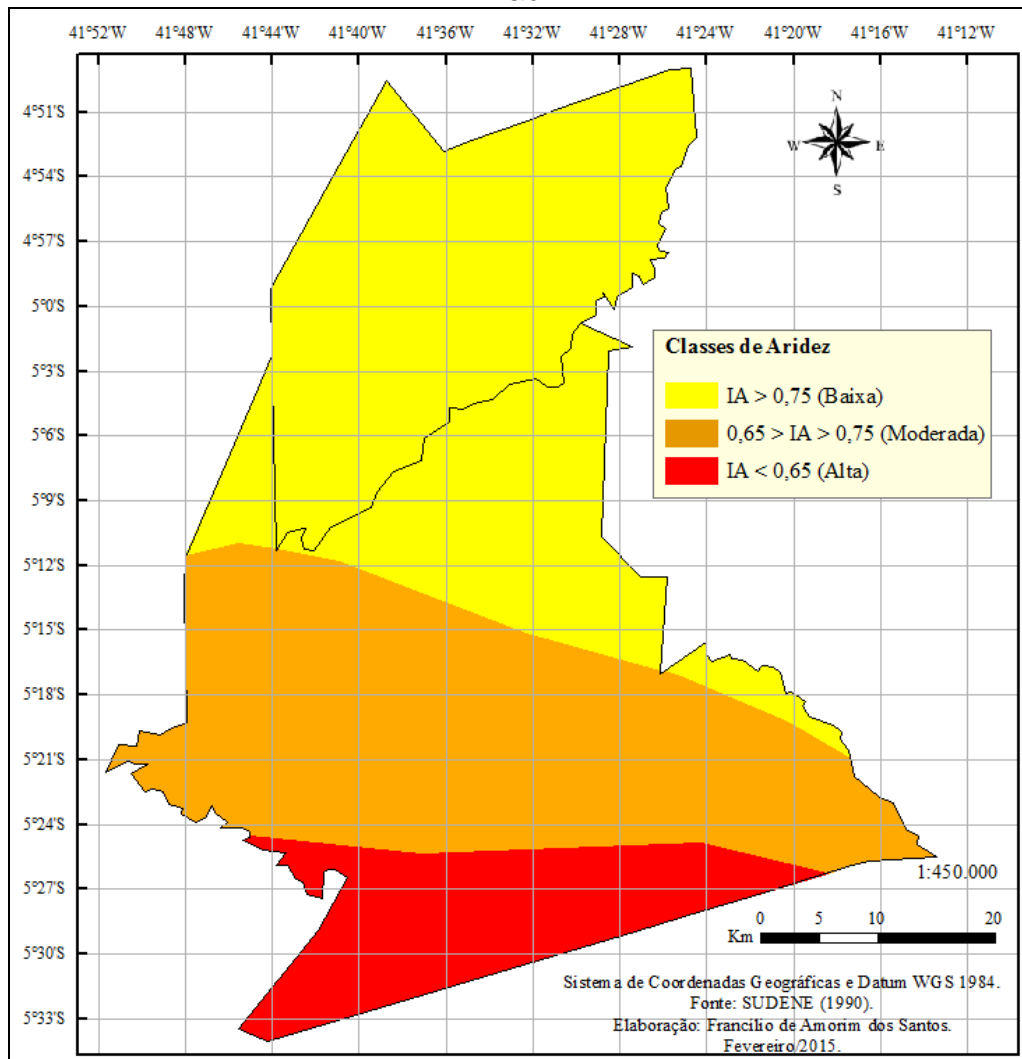


Fonte: SUDENE (1990).

Análise do Índice de Aridez (IA)

O Índice de Aridez (IA) permitiu conhecer e afirmar que os níveis de aridez dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí são variados, conforme Figura 9. Em 47,2%, 38,6% e 14,2% da área em estudo o IA pode ser enquadrado, respectivamente, nas classes de Baixa, Moderada e Alta Aridez. Desse modo, constata-se que apenas 14,2% da área apresenta fragilidade climática à desertificação ($IA < 0,65$). Embora o IA varie pode-se afirmar que a fragilidade na área se desenvolve, principalmente no setor centro-sul da área em estudo, que por sua vez apresenta características de aridez, devendo-se, portanto, ser submetida a formas de planejamento e manejo adequados. Por meio da identificação do nível de aridez foi possível conhecer as limitações climáticas frente às atividades biológicas e produtividade agropecuária.

Figura 9. Índice de Aridez (IA) dos municípios de Castelo do Piauí e de Juazeiro do Piauí.



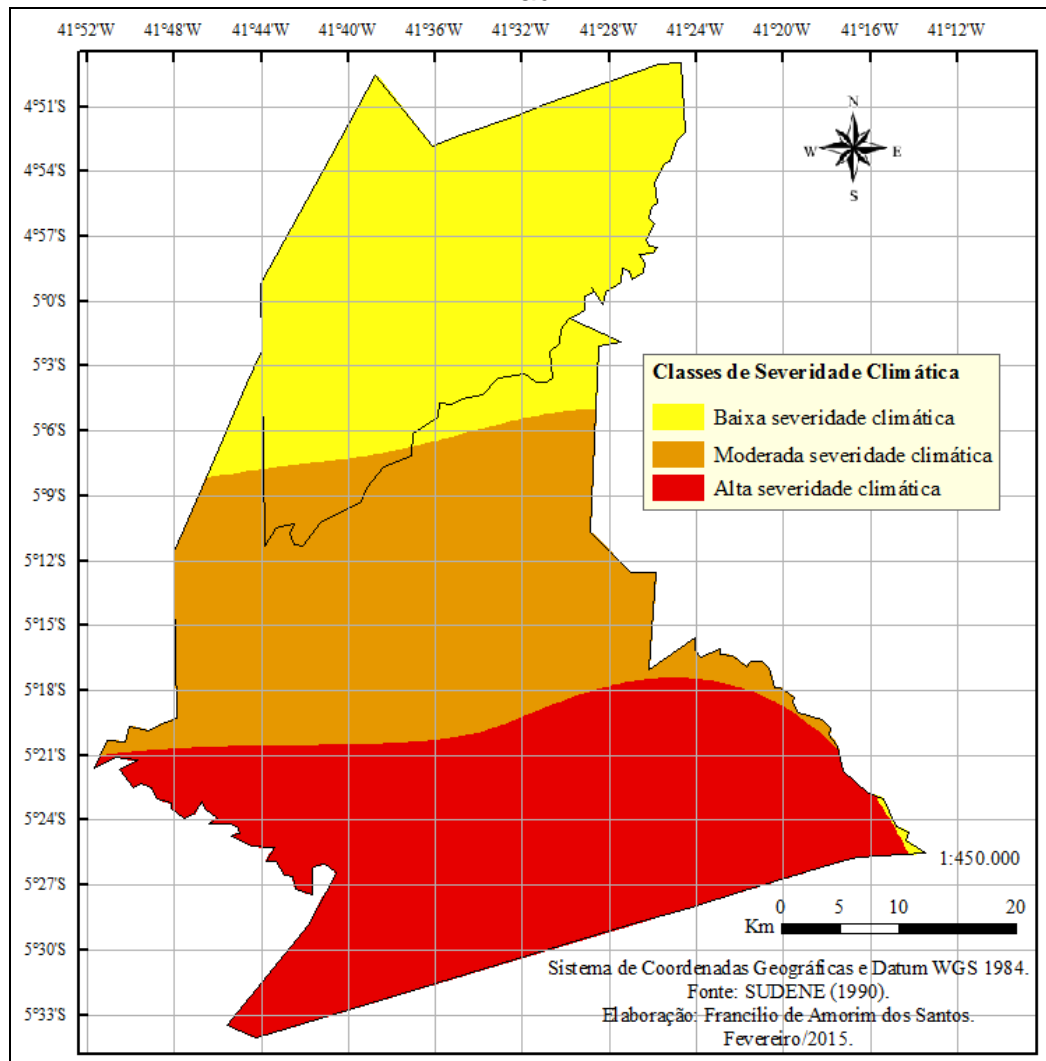
Fonte: SUDENE (1990).

Análise do Índice Climático (IC)

O Índice Climático (IC) diz respeito à relação entre o Índice Efetivo de Umidade (IM) e o Número de Meses Secos que quando integrados possibilitaram identificar que a parte sul dos municípios em estudo apresenta a área com maior severidade climática, como mostra a Figura 9. Através da Figura 9 pode-se afirmar que a classe de Moderada Severidade Climática é predominante na área em estudo, com 38,4%, que corresponde a 741,4 km², seguida da classe Alta Severidade Climática que abrange 33,1% da área e representa 1.305,2 km². A classe Baixa Severidade Climática corresponde a 28,5% da área, que em valores absolutos representa 876,5 km².

Os dados da Figura 10 podem ser corroborados com os obtidos por Melo (2008), em que afirma que a severidade climática obtida através do IC apresenta condições desfavoráveis à medida que a área está mais afastada da zona de influência do planalto da Ibiapaba em direção áreas mais rebaixadas, como é o caso dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Figura 10. Índice Climático (IC) dos municípios de Castelo do Piauí e de Juazeiro do Piauí.



Fonte: SUDENE (1990).

Conclusões

O estudo permitiu diagnosticar e identificar as áreas com maior fragilidade climática dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, tomando como parâmetro o Índice de Aridez e Índice Climático. Desse modo, pode-se afirmar que 14,2% da área em estudo possui alto nível de aridez, enquanto que 33,1% da área dos municípios apresenta alto nível de severidade climática.

Infere-se que o setor sul dos municípios apresenta condições climáticas que apontam alto nível de aridez e, conseqüentemente, níveis de fragilidade mais acentuados. Se não observados com preocupação e cuidado, a prática de atividades humanas pode desencadear ainda mais a severidade da realidade ambiental e da fragilidade natural.

Desse modo, compreende-se que parte da área dos municípios estudados apresenta fragilidade natural à desertificação. Portanto, é essencial o desenvolvimento de estudos posteriores que permitam a identificação de outros elementos da paisagem, tais como a hipsometria, declividade, potencial de

erosividade das chuvas, erodibilidade dos solos, classes de uso e cobertura das terras, etc., que aliados aos dados socioeconômicos permitam definir de forma precisa o processo de desertificação na área dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Referências

AGUIAR, Robério Bôto de; GOMES, José Roberto de Carvalho (Org.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Castelo do Piauí.** – Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004a.

AMARAL, R.; ROSS, J.L.S. As unidades ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio/SP. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 26, p. 59-78, 2009.

_____. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Juazeiro do Piauí.** – Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004b.

AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. **Estudo da degradação/desertificação no núcleo de São Raimundo Nonato - Piauí.** Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe - UFSE. São Cristóvão, 2010.

AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de; OLIVEIRA, José Gerardo Beserra de. Emprego do Método de Thornthwaite & Mather (1955) para Cálculo do Balanço Hídrico Climatológico do Núcleo de Degradação de São Raimundo Nonato-Piauí. **Revista Brasileira de Geografia Física**, V. 06, N. 01, 2013. p.79-90.

AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de; OLIVEIRA, José Gerardo Beserra de. Estudos sobre desertificação no Piauí. **Sapiência**. Teresina-PI, jan/fev/mar, nº 30, ano VIII, 2012.

BELTRAME, Angela da Veiga. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação.** – Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

CÂNDIDO, Humberto Gois. **Degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberaba - MG.** – Jaboticabal, 2008. 96 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008.

EMEKA, Emodi Edmund. Drought and Desertification as they affect Nigerian Environment. **Journal of Environmental Management and Safety**, vol. 4, nº 1, p.45-54. Nsukka - Nigéria. 2013.

GUAPYASSÚ, Maísa dos Santos; HARDT, Letícia Peret Antunes. Avaliação de fragilidade ambiental: uma nova abordagem metodológica para unidades de conservação de uso indireto em áreas urbanas. **Floresta e Ambiente**, vol. 5 (1), p. 55-67, jan./dez. 1998.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder.** Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 4ª Edição. Editora Vozes, 2005.

FERREIRA, Antonio Geraldo; MELLO, Namir Giovanni da Silva. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, Vol. 1, n. 1, p.15-28. Dezembro de 2005.

MAGANHOTTO, Ronaldo Ferreira.; SANTOS, Leonardo José Cordeiro; OLIVEIRA FILHO, Paulo Costa. Análise da fragilidade ambiental como suporte ao planejamento do ecoturismo em Unidades de Conservação: Estudo de caso FLONA de Irati – PR. **Floresta**, Curitiba – PR, v. 41, n.2, p. 231-242, abr./jun. 2011.

MELO, Ewerton Torres. **Diagnóstico Físico Conservacionista da Microbacia do Riacho dos Cavalos – Crateús-Ceará.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero; BERNARDO, Sergio Oliveira. Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. In: **Anais** do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia (CD-Rom), p.1.334-1.342. Rio de Janeiro, 2000.

MORALES, Cesar. Measuring the economic value of land degradation/desertification considering the effects of climate change. A study for Latin America and the Caribbean. **Communication au Séminaire, Politiques, programmes et projets de lutte contre la désertification, quelles évaluations?** CSFD, 29-30 juin 2011, Montpellier.

PIAUI. Gabinete do Governador. Palácio de Karnak. **Projeto de Lei Complementar nº 004, de 14 de fevereiro de 2006.** Estabelece o Planejamento Participativo Territorial para o Desenvolvimento Sustentável do estado do Piauí e dá outras providências.

OÑATE, Juan J.; PECO, Begoña. Policy impact on desertification: stakeholders' perceptions in southeast Spain. **Land Use Policy**, vol. 22, p.103-14. Madrid - Spain. 2005.

SALES, Marta Celina Linhares. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro. **Revista GEOUSP, Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 11, p.115-126, 2002.

SANTOS, Francílio de Amorim. **Mapeamento das unidades geoambientais e estudo do risco de degradação/desertificação nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) / Universidade Federal do Piauí. 2015.

SUDENE. **Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste:** Estado do Piauí. Recife, 1990.

THORNTHWAITE, C. W; MATHER, J. R. **The Water Balance** - Publications in Climatology. New Jersey: Centerton, v. VIII, nº 1, 1955.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. **Introdução à Climatologia**. – Ubá/MG: ed. Geographia consultoria, estudos e projetos ambientais Ltda., 2008. (Série Textos Básicos Geografia).

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Eds. da UFRGS e da USP, 1993. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4). 952.p.

UNEP. **Status of desertification and implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification**. Nairóbi, 1991.

XU, C. Y.; SINGH, V. P.A Review on Monthly Water Balance Models for Water Resources Investigations. **Water Resources Management**, vol. 12, p.31-50. 1998.