

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS - CCHL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGGEO**



**JOSÉ GERMANO MOURA RAMOS**

**ANÁLISE DA TEMPERATURA DE CAXIAS/MA E SUA  
 RELAÇÃO COM A EXPANSÃO URBANA**



**Teresina/PI**  
**Junho/2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS - CCHL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGGEO**



**JOSÉ GERMANO MOURA RAMOS**

**ANÁLISE DA TEMPERATURA DE CAXIAS/MA E SUA RELAÇÃO COM A  
EXPANSÃO URBANA**

**Teresina/PI**  
**Junho/2021**

JOSÉ GERMANO MOURA RAMOS

**ANÁLISE DA TEMPERATURA DE CAXIAS/MA E SUA RELAÇÃO  
COM A EXPANSÃO URBANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Organização do Espaço e Educação Geográfica.

Linha de pesquisa: Estudos Regionais e Geoambientais.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Sait Pereira de Andrade

**Teresina/PI  
Junho/2021**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco  
Serviço de Processamento Técnico

R175a Ramos, José Germano Moura.  
Análise da temperatura de Caxias-MA e sua relação com a  
expansão urbana / José Germano Moura Ramos. – 2021.  
204f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Centro  
de Ciências Humanas e Letras, Programa de Pós-Graduação em  
Geografia, Teresina, 2021  
“Orientador: Prof. Dr. Carlos Sait Pereira de Andrade.”

1. Clima urbano. 2. Expansão urbana. 3. Temperatura local.  
4. Insolação. 5. Umidade do ar. I. Andrade, Carlos Sait Pereira de.  
II. Título

CDD 910

**JOSÉ GERMANO MOURA RAMOS**

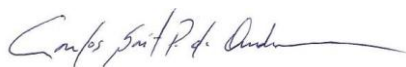
**ANÁLISE DA TEMPERATURA DE CAXIAS/MA E SUA RELAÇÃO COM A  
EXPANSÃO URBANA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO) da Universidade Federal do Piauí – UFPI.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Sait Pereira de Andrade

Aprovado em 26/06/2021

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Carlos Sait Pereira de Andrade  
[Orientador – Presidente]

**PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA POR ACESSO REMOTO**

Prof. Dr. Raimundo Lenilde de Araújo  
[Examinador Interno ao Programa – PPGGEO -UFPI]

**PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA POR ACESSO REMOTO**

Profa. Dra. Sammya Vanessa Vieira Chaves  
[Examinadora Externa à Instituição – UFPI]

Profa. Dra. Bartira Araújo da Silva Viana. SIAPE: 2440142  
COORDENADORA DO PPGGEO/UFPI. AR N°386/2021 de 15/04/2021

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Caxias/MA-Localização de pontos para coleta de dados	22
Figura 2	Metodologia utilizada em campo	27
Figura 3	Integração dos domínios	32
Figura 4	Nova interligação dos domínios	33
Figura 5	Localização do município Caxias/MA	44
Figura 6	Representação do espaço original de Caxias/MA	46
Figura 7	Rotas interiores ligando-se a Caxias/MA	51
Figura 8	Níveis de erosão em intervenções humanas	72
Figura 9.1	Perfil da geomorfologia urbana (Norte-Sul)	76
Figura 9.2	Perfil da geomorfologia urbana (Leste-Oeste)	77
Figura 10	Mapa de altimetria e drenagem urbana de Caxias/MA	79
Figura 11	Marco unidades geomorfológicas do Maranhão	81
Figura 12	Microunidades geomorfológicas do Maranhão	82
Figura 13	Massas de ar – circulação normal sobre o Brasil	91
Figura 14	Mapa de regionalização climática e climas zonais – Brasil	93
Figura 15	Densidade urbana de Caxias Maranhão (2010)	100
Figura 16	Mapa de uso e ocupação do solo urbano de Caxias/MA em 2017	102
Figura 17	Demonstrativo dos efeitos das nuvens	112
Figura 18	O conforto térmico do Subsistema Termodinâmico	119
Figura 19	Caxias/MA-Evolução da umidade relativa do ar	130
Figura 20	Caxias/MA-Média da Temperatura máxima 1981-2010	131
Figura 21	Caxias/MA: média anual da insolação	134
Figura 22	Variação da insolação caxiense – Normais Climatológicas	136
Figura 23	Variação da insolação mensal – Normais Climatológicas	137
Figura 24	Caxias/MA: variações de insolação e umidade relativa (1981-2010)	142
Figura 25	Massas de ar circulação normal	145
Figura26a	Variação da temperatura noturna em julho de 2020	151
Figura26b	Variação da temperatura noturna em julho de 2020	151
Figura 27	Visualização dos pontos da pesquisa	154
Figura 28	Caxias/MA-Variação da temperatura às 09h por ponto	155
Figura 29	Caxias/MA-Variação da temperatura às 15h em 2020	156
Figura 30	Caxias/MA-Temperatura noturna (21h) em outubro de 2020 por pontos e datas	162
Figura 31	Caxias/MA – precipitação março de 2020 por quantis	166
Figura 32	Caxias/MA-Variação da temperatura horária do P1 em julho de 2020	171
Figura 33	Caxias/MA-Temperaturas máximas por locais às 15h	172
Figura 34	Vias próximas à Praça Gonçalves Dias (P1)	173
Figura 35	Caxias/MA-Gráficos das temperaturas de das 15h e 21h de julho de 2020	177
Figura 36	Caxias/MA-Gráficos das temperaturas às 15h e 21h de outubro de 2020	181
Figura 37	Expansão urbana de Caxias/MA	183

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valor de umidade no ponto de saturação em temperaturas dadas	139
Tabela 2	Caxias/MA: Temperatura máxima e umidade (1981-2010)	140
Tabela 3	Caxias/MA-Temperatura mínima diária por pontos às 09h em 2020	155
Tabela 4	Caxias/MA-Temperatura máxima e mínima de julho 2020 às 15h	157
Tabela 5	Caxias/MA-Temperatura maior ou igual a 35°C (1981-2010)	158
Tabela 6	Caxias/MA-Temperatura média diária em °C em 2020	158
Tabela 7	Caxias/MA-Demonstrativo das temperaturas às 09h em 2020	159
Tabela 8	Caxias/MA-Temperatura por horários extremos em julho de 2020	160
Tabela 9	Caxias/MA-Temperatura por dia em outubro de 2020	163

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Clima, variações do tempo e suas influências na vida humana	36
Quadro 2	Atividade extrativa mineral em Caxias/MA – 1956	58
Quadro 3	Classificação de climas tropicais por Köppen	95
Quadro 4	Subsistema termodinâmico sintético	114
Quadro 5	Velocidade do vento em (Km/h) por ponto	125
Quadro 6	Variação da velocidade do vento (Km/h)	126
Quadro 7	Variação da nebulosidade regional	133
Quadro 8	Umidade relativa do ar máxima de Caxias/MA em julho de 2020	163
Quadro 9	Temperatura diurna de Caxias/MA em outubro de 2020	165
Quadro 10	Amplitude térmica de Caxias/MA em outubro de 2020	167
Quadro 11	Temperaturas médias noturnas por ponto de julho de 2020	178
Quadro 12	Temperaturas médias diurnas por ponto em julho de 2020	178
Quadro 13	Temperaturas médias noturnas por ponto de outubro de 2020	179
Quadro 14	Temperaturas médias diurnas por ponto em outubro de 2020	179
Quadro 15	Caxias/MA-Mínimas e máximas temperaturas de julho e outubro, entre normais climatológicas (1981-2010) e a pesquisa em 2020	182

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACL	Academia Caxiense de Letras
CEF	Caixa Econômica Federal
COHAB	Conjunto Habitacional
ET	Equador Térmico
FG	Frontogênese
HS	Hemisfério Sul
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IHGC	Instituto Histórico e Geográfico de Caxias
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
MEAN	Massa Equatorial Atlântica Norte
MEC	Massa Equatorial Continental
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MW	Megawatt
NEB	Nordeste brasileiro
ONU	Organização das Nações Unidas
IPEM	Instituto de Previdência do Estado do Maranhão
PLANHAB	Plano Nacional de Habitação
PDMC	Plano Diretor do Município de Caxias/MA
PNH	Política Nacional de Habitação
QGIS	Quantum Gis
SAR	Sua Alteza Real
SCU	Sistema Clima Urbano
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
USP	Universidade de São Paulo
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical



## AGRADECIMENTOS

A execução de um trabalho como este não seria possível sem a interação e participação de muitas pessoas. Igualmente, a tentativa de desenvolvê-lo pelo pesquisador sem apoio daqueles que pudessem indicar detalhes, obras e informações que viessem a fundamentar o objeto de estudo, seria muito mais difícil. Sendo assim, relaciona-se não apenas os nomes, mas, deixar registrado que essas contribuições foram de diferentes maneiras dentro do espaço-tempo em que foi sendo transformado da ideia à prática escrita, grafada e numerada em todo o contexto que se imprimiu nas laudas que seguem. Um agradecimento muito grande é estendido por essas páginas terem conseguido sair do branco e se tornarem reais, razão da construção de uma pequena proposta que se encaminha ao conhecimento local sob luzes da ciência.

A Darcy de Moraes Ramos meu pai que atento confere o tempo e a construção deste percurso, além do apoio oferecido;

A Anísia da Silva Moura minha mãe (em memória), como uma pessoa que sem muita leitura, sempre buscou superar limites;

A Antonia Gomes Diniz minha companheira que tem suportado minha apreensão, bagunça e o tempo voltado mais aos amigos de papel;

A Vítor José Diniz Ramos meu filho pela contribuição de tempo e dedicação nas etapas de campo;

A Letícia Mirela Diniz minha filha que dedicou tempo e interesse nas etapas de campo;

Aos meus demais familiares Ramos e Moura com quem aprendo muito em cada instante;

A Roberto Gomes Diniz (em memória) pelo apoio de logística em Teresina, pelas conversas e amizade;

Ao Sr. José Ferreira da Silva – ‘Zequinha’ pela logística, por ceder sua residência em apoio nas idas e permanências em Teresina-PI, além da amizade construída, dos saudáveis papos;

Ao Prof. Dr. Carlos Sait Pereira de Andrade, meu orientador, com suas contribuições dispensadas em todas as fases do trabalho e pelo sentimento de amizade construído durante o mestrado;

À Profa. Dra. Bartira Araújo da Silva Viana que através de sua dedicação, atenção dispensada na fase de definição de ideias do projeto, na produção e finalização, somou muito;

À Profa. Dra. Iracilde Maria de Moura Fé Lima com enorme contribuição e atenção dispensada em cada momento;

À Profa. Dra. Livânia Norberta de Oliveira devido sua contribuição e atenção dispensadas durante as aulas;

Ao Prof. Dr. Raimundo Lenilde de Araújo com sua participação na construção do trabalho, contribuição nas aulas e composição da banca;

Ao Prof. Dr. Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque pela oportunidade de conhecimento dispensada sobre ambiente e tecnologias da informação.

Ao Prof. Dr. Antonio Cardoso Façanha por suas inestimáveis contribuições ao longo do curso do mestrado, pela atenção dispensada e carinho mantido com seus alunos; por suas ideias e métodos disponibilizados nos estudos;

À profa. Dra. Sammya Vanessa Vieira Chaves com sua atenção, contribuição na produção do trabalho e participação na banca;

Ao Prof. Antonio Luís da Silva Conceição, colega de trabalho e parceiro na pesquisa com sua dedicada contribuição em campo;

A Johnnathan Sá Ferreira, parceiro nas etapas de campo e por disponibilização de tempo e dedicação;

A Josemar Campos Soares, meu sobrinho, parceiro que muito contribuiu nas etapas de campo;

A Francisco Wellington de Araújo Sousa por sua grande contribuição com a produção de mapas e suporte de SIG, além da atenção dispensada a qualquer momento;

À Juliana Oliveira Araújo, colega de mestrado que contribuiu muito com o desenvolvimento deste trabalho e por sua amizade conquistada;

Às servidoras do departamento de Geografia com a atenção dispensada;

Aos meus demais colegas professores da rede municipal de ensino de Caxias/MA que indiretamente fazem parte deste momento;

À Secretaria Municipal de Educação Ciência e Tecnologia de Caxias/MA – Semect;

À Sra. Msc. Ana Célia Pereira Damasceno de Macêdo, Secretária Municipal de Educação pelo apoio e atenção estendida;

Ao Prof. Msc. Eduardo de Almeida Cunha pelo incentivo dispensado antes e durante o mestrado;

Ao Prof. Dr. Francisco de Assis da Silva Araújo, sua contribuição direta com estudos locais;

À Profa. Esp. Dalva de Almeida e Silva (em memória) pelos incentivos e encorajamento durante o mestrado;

Ao programa de Pós-Graduação em Geografia na Universidade Federal do Piauí – PPGGEO pela oportunidade de ampliar horizontes científicos;

Aos demais colegas do mestrado com quem o aprendizado se multiplicou nesses dois anos de convívio: Amanda, Alice, Arlane, Balduino, Denia, Desterro, Eduardo, Eric, Fernando, Francisco, Géssica, Glécia, Iolando, Juliana, Karini, Marcos Aurélio, Marcos Vinicius, Paulo Henrique, Pedro, Rafaela, Rayana, Vanessa e Vicente;

Ao Sr. Josafá Felinto Costa, servidor do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Inmet em Caxias/MA na Estação de Meteorologia pela atenção e contribuição estendidas durante a pesquisa.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet com apoio na obtenção de dados meteorológicos que subsidiaram o trabalho.

A Deusa A. Ferreira por sua gentil contribuição diretamente de Imperatriz/MA.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>016</b>
<b>2</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>020</b>
<b>3</b>	<b>CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS À PESQUISA</b>	<b>028</b>
<b>4</b>	<b>AS TRANSFORMAÇÕES DO ESPAÇO URBANO CAXIENSE</b>	<b>042</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA FORMAÇÃO INICIAL DO ESPAÇO CAXIENSE	042
4.2	MARCAS DA ATIVIDADE ALGODOEIRA EM CAXIAS/MA	053
4.3	CAXIAS/MA A PARTIR DA SEGUNDA METADE DO SÉCULO XX	060
4.4	INTERAÇÕES ENTRE ESPAÇO URBANO E O RELEVO	063
4.5	O DOMÍNIO URBANO CAXIENSE E A GEOMORFOLOGIA LOCAL	074
<b>5</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DO CLIMA TROPICAL E URBANO</b>	<b>084</b>
5.1	CAXIAS/MA COMO ZONA DE TRANSIÇÃO GEOGRÁFICA	084
5.1.1	Algumas Considerações sobre o Clima Tropical	084
5.1.2	Caxias/MA e a área de transição geográfica	097
5.2	CLIMA URBANO E SUAS VARIAÇÕES	107
5.2.1	Noções sobre Clima Urbano	107
5.2.2	Noções sobre o Campo Térmico Urbano	115
5.3	O AR NO ESPAÇO URBANO	120
5.3.1	Caracterização do ar no ambiente urbano	120
<b>6</b>	<b>CLIMA CAXIENSE E SUAS CARACTERIZAÇÕES</b>	<b>127</b>
6.1	O CLIMA LOCAL E SUAS DINÂMICAS	127
6.1.1	A Temperatura atmosférica local	127
6.1.2	A Umidade relativa do ar local	138
6.1.3	A Precipitação local: o problema de ordem secundária	143
6.2	ANÁLISE DA TEMPERATURA URBANA REGISTRADA EM JULHO E OUTUBRO DE 2020 EM CAXIAS/MA	148
6.2.1	Comportamento da temperatura noturna em julho de 2020	148
6.2.2	Variações da temperatura diurna em julho de 2020	152
6.2.3	Comportamento da temperatura noturna em outubro de 2020	160

6.2.4	Variações da temperatura diurna em outubro de 2020	164
6.2.5	A variabilidade da temperatura caxiense é um indicativo para ilha de calor?	168
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>176</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>186</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>190</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>201</b>
	<b>APÊNDICE A</b> – fotografia de instrumentos e área de campo	<b>201</b>
	<b>APÊNDICE B</b> – Planilha de temperaturas de julho de 2020	<b>201</b>
	<b>APÊNDICE C</b> – Planilha de ventos de julho de 2020	<b>202</b>
	<b>APÊNDICE D</b> – Planilha de umidade relativa do ar julho de 2020	<b>202</b>
	<b>APÊNDICE E</b> – Planilha de temperaturas de outubro de 2020	<b>203</b>
	<b>APÊNDICE F</b> – Planilha de ventos de outubro de 2020	<b>203</b>
	<b>APÊNDICE G</b> – Planilha de umidade relativa do ar outubro de 2020	<b>204</b>

## RESUMO

A pesquisa Análise da Temperatura de Caxias/MA e sua Relação com a Expansão Urbana ganhou importância por ser entendida como parte de um sistema dinâmico que tem ligações com diversos elementos naturais ou oriundos da sociedade, atuando conjuntamente. A temperatura, elemento atmosférico, exerce diretamente influência sobre lugares, pessoas, e formas de vidas. Por apresentar mudanças diárias e em períodos mais longos, pessoas em diversos lugares tentam entendê-la. Cidades situadas em regiões equatoriais assumem papel vital, tanto com suas médias elevadas diariamente, bem como, em função da interferência desse fator nas relações humanas e nas atividades produtivas. As cidades no Brasil, igualmente às de outros países, concentram muito e Conti (2011) menciona que 84,3% dos brasileiros vivem em áreas urbanas. A problemática questiona se o processo de expansão urbana caxiense tem provocado alteração da temperatura entre as zonas: central, sul, leste e norte. A pesquisa se enquadra no tipo qualiquantitativa exploratória, cuja metodologia se baseia em estudos referenciais e em campo, sendo realizada em duas etapas, Julho e Outubro de 2020, com a adoção de quatro pontos de coletas de temperatura às 9h, 15h e 21h. A pesquisa encontrou suporte metodológico nos estudos de Clima Urbano de Monteiro (1990a; 1990b; 1991; 2015), Monteiro e Mendonça (2009); Meteorologia com Nimer (1989); Clima tropical com Ayoade (2015) e Estudos Urbanos com Amorim (2010; 2016), sendo obras que deram embasamento nas etapas. Os resultados mostram que as noites de Julho têm temperaturas que não se elevam muito, tardes muito quentes e temperaturas mínimas registradas em manhãs. O período quente, Outubro, apresentou temperaturas das manhãs sempre acima das anteriores. Temperaturas médias noturnas mais elevadas, com a temperatura média diurna igualmente elevada distribuída pelos espaços. A questão sazonal interfere nas temperaturas e nos demais elementos climáticos na cidade; o ambiente urbano apresenta tendência a arquipélagos de calor e não de ilhas de calor. Há necessidade de planejar a expansão urbana revendo o crescimento horizontal, adotar certo nível de verticalização planejada aos novos espaços, pois, as médias noturnas indicam concentração de calor nos quatro pontos de coletas de temperatura, evidenciando a condição de manter áreas verdes mediante o diversificado uso do solo.

**Palavras-Chave:** clima urbano; expansão urbana; temperatura local; insolação; umidade do ar.

## ABSTRACT

The research Temperature Analysis of Caxias/MA and its Relationship with Urban Expansion gained importance because it is understood as part of a dynamic system that has links with various natural elements or from society, acting together. The temperature, an atmospheric element, directly influences places, people, and life forms. By presenting daily changes and in longer periods, people in various places try to understand it. Cities located in equatorial regions play a vital role, both with their daily high averages, as well as, due to the interference of this factor in human relations and productive activities. Cities in Brazil, also those in other countries, concentrate a lot, and Conti (2011) mentions that 84.3% of Brazilians live in urban areas. The problem questions whether the process of urban expansion in Caxiense has caused changes in temperature between the zones: central, south, east, and north. The research is part of the exploratory qualitative and quantitative type, whose methodology is based on reference and field studies, being carried out in two stages, July and, October 2020, with the adoption of four temperature collection points at 9:00 am, 3:00 pm, and 9:00 pm. The research found methodological support in the studies of Urban Climate of Monteiro (1990a; 1990b; 1991; 2015), Monteiro and Mendonça (2009); Meteorology with Nimer (1989); Tropical climate with Ayoade (2015) and Urban Studies with Amorim (2010; 2016), being works that gave grounding in the stages. The results show that the nights of July have temperatures that do not rise much, very hot afternoons and minimum temperatures recorded in the mornings. The warm period, October, presented morning temperatures always above the previous ones. Higher average nighttime temperatures, with the average daytime temperature equally high distributed throughout the spaces. The seasonal issue interferes with temperatures and other climatic elements in the city; the urban environment tends to heat archipelagos and not heat islands. There is a need to plan urban expansion by reviewing horizontal growth, adopting a certain level of planned verticalization to the new spaces, because night averages indicate heat concentration in the four temperature collection points, evidencing the condition of maintaining green areas through diversified land use.

Keywords: Urban climate. Urban sprawl. Local temperature. sunstroke. Air humidity.

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo da análise da temperatura de Caxias/MA e sua relação com a expansão urbana em cidade de médio porte torna-se relevante diante das alterações realizadas durante sua história que envolvem percursos delineados por produção que a dotou de certos ares muito auspiciosos no ramo do progresso, chegando a vivenciar momentos de glória. Analisar a variação da temperatura visa contribuir de alguma forma com a realidade e a sociedade caxiense, oferecendo novo sentido e campo de interesse de pesquisa com a climatologia geográfica. Não se trata de um propósito apenas pessoal. Tem intuito de oferecer saberes sobre o clima e da particular temperatura que se produz no interior desse centro urbano.

A cidade é reconhecida pela sua localização, seu passado fulgurante com a sua trajetória da agricultura, algodão, da extração vegetal do babaçu, do arroz, feijão etc., que serviu para colocá-la entre marcos de determinado tempo. As indústrias e sua extensão para além do Maranhão, abrindo caminhos para Europa, significaram para a cidade um período de auge, de fixação de detalhes que lhes imortalizaram até com a sua arquitetura, representando um aspecto de estreita ligação com o velho continente (MEDEIROS; ARAÚJO, 2014; PESSOA, 2009; GUIMARÃES et al, 2010).

Caxias/MA continua um importante centro urbano no estado que cresce e vive relação socioeconômica muito integrada às demais cidades brasileiras, isso faz surgir igualmente inúmeros desafios que são próprios de nosso modelo de produção de espaços urbanos. Carlos (2017) toca na questão quando vê que a cidade inclui a interminável construção a partir do ato ou ação de reprodução social. Traduz-se em processos que são realizados no interior da cidade por tempos e agentes diferentes que são levados em determinados momentos a acumularem suas intenções com o andamento dessa reprodução visto como condição da sociedade capitalista (SANTOS, 1988; CORRÊA, 2018). Tal situação é ordenada para se chegar a um fim projetado de ser matéria, concreto, cujo valor não se resume ou deprecia. Vira mercadoria sendo instrumento do modelo econômico, em que tudo é posto como valor e seu preço (MORAES; COSTA, 1993; BRENNER, 2018).

Nesse mesmo caminho, Brenner (2018) questiona *se há cidades para pessoas sem fins lucrativos?* na obra *Espaços da Urbanização: o urbano a partir da teoria crítica*, mostrando que as análises sobre o urbano são múltiplas e conseguem abordagens que estão ligadas ao modo de viver e construção da *práxis* diária e constante. Para Brenner (2018), as cidades são palcos de todas as características que o capitalismo impõe, são lugares de contradições entre pessoas, reprodução espacial e acesso a esses mesmos espaços. Dessa forma esses cenários



(espaços) são tomados e reorganizados levando junto o que é fruto do trabalho não apenas de hoje, mas, de passados, refazendo novas paisagens que Santos (2014) vai atribuir ao chamado período técnico-científico atual, sendo um paradigma que contribui para grandes mudanças com o avanço mais acelerado.

Essas características fazem do espaço urbano um *lócus* não apenas para estudo dessas relações materiais que se estabelecem em fixos diferentes do mesmo lugar com suas realidades (SPOSITO, 2018). Estão em si, construindo novas caracterizações no meio físico. A atmosfera é envolvida diretamente em qualquer ação promovida, recebendo como suporte insumos que tendem a lhe alterar. Assim, conforme Santos (1988), a tecnologia constitui a força dessa transformação em qualquer situação em que está inclusa principalmente a cidade.

Em cada período passado por Caxias/MA há de se notar que a cidade ganhava mais espaço, dominando novos ambientes naturais e estruturando seu interior e, para compreender isso por um viés climático, Monteiro (1990a) determina que esse processo seja apropriado pelo pesquisador tomando-lhe os detalhes para saber entender a dinâmica interna do espaço urbano, mesmo em cidade média. A partir disso, Monteiro (1990a) já evidencia princípios de que há integração entre os fatores, formando relações sistêmicas.

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS), Bertalanffy (1973), tem papel central na concepção adotada porque estabelece a necessidade de que se analise todos os fatos complexos, mantendo vínculos entre os elementos do ar e as realidades plantadas dentro do espaço urbano que passam a interagir com seus produtos artificiais no meio ambiental (MONTEIRO, 2015). O método de Monteiro(1976) Sistema Clima Urbano (SCU) constitui-se como uma metodologia de análise em que a realidade é o campo de estudo, levando-se em conta o que há como elemento que participa na produção do clima urbano embasado em outros como Sorre (2006) com suas concepções de clima.

A pesquisa toma orientação com os diversos trabalhos realizados por Monteiro (1990a; 1990b; 1991; 1991), Monteiro e Mendonça (2009); como fundamento teórico diante da riqueza na produção e entendimento da climatologia urbana. O seu SCU é um parâmetro que norteia a medida tomada para se desenvolver conhecimento de estudos sobre a temperatura, componente climático que afeta diretamente a qualidade de vida de pessoas via o nível de conforto térmico estabelecido no lugar.

Além da vasta obra de Monteiro (op. cit.) a que se recorreu, há outras fontes e autores que ampliam o debate em diversas cidades brasileiras. Andrade (2016), sobre clima urbano ao analisar a cidade de Teresina-PI, mostra consequências do crescimento, das formas, da alteração

da qualidade ambiental natural, da rapidez com que a cidade se urbaniza e gera dispersões de formas construídas.

Para compreender a importância dada por Andrade (2016) com estudo sobre clima urbano na identificação de fatores climáticos críticos ou fundamentais menos suscetíveis a mudanças em relação à cidade como a radiação solar, a latitude e altitude é tomada como um amplo espaço atualmente constituída de componentes materiais capazes de reagir com a atmosfera de maneira que a absorção e troca de energia (ANDRADE, 2016), de temperatura para aquele espaço atmosférico funciona com os fatores de escala geral e média, formando as condições locais de tempos diferentes como a própria dinâmica que a sazonalidade produz com a energia solar e a umidade do ar provocada pelos cursos de água.

Quando observa os elementos climáticos em evidência em Teresina-PI, temperatura e precipitação são destacadas como os elementos mais expressivos para sua área de estudo sobre clima, já que os dois elementos são atuantes juntos e a temperatura é percebida com mais acentuação em momento distinto no segundo semestre.

Amorim (2010), sobre Climatologia e gestão do espaço urbano; Ugeda Junior e Amorim (2016) com Reflexões acerca do sistema clima urbano e sua aplicabilidade: pressupostos teórico-metodológicos e inovações técnicas; Alves e Mariano (2015) com A distribuição espacial da temperatura e umidade relativa do ar máxima e mínima absoluta: um estado de caso em Iporá/GO; Mendonça (org.) (2014) com Clima do Sul; Mendonça e Monteiro (2009), Clima urbano; Foucault (1993) em O clima: história e devir do meio terrestre; Ayoade (2015) com Introdução à climatologia para os trópicos; em tempos de mudanças climáticas globais; Conti (2011) com Clima e meio ambiente; Nimer (1989) sobre Climatologia do Brasil e, igualmente, a contribuição de Sorre (2006) com Objeto e Método da Climatologia, quando detalha sua definição de clima que perpassa por ação dos elementos atmosféricos em sucessão habitual sobre um lugar.

A pesquisa encontra também subsídio na dialética ao traçar elementos empíricos que vão desde noções históricas do lócus do estudo com suas fases de construção social e econômica, que, ao mesmo passo, foram edificando o urbano e seu conjunto de traçado de vias e de imóveis, promovendo assim, certo nível de alteração em seu ambiente. Nesse sentido, o delineamento foi feito com esforço de fontes que retratam a historiografia local e maranhense, pois, Caxias/MA em toda sua história compõe um espaço de importantes cenários.

Essa cidade foi palco do processo de industrialização ocorrido no estado, foi agropastoril de destaque, foi centro de exploração vegetal e, grande expressão na literatura nacional (NEVES, 2019; NUNES; GALVES, 2016; CARVALHO, 2016; FERREIRA, 1959). Contudo,

neste trabalho a literatura não está incluída, ficou mais restrito às demais atividades que forçaram a formação espacial e a transformação efêmera de estilos, como o caso do surto da cadeia produtiva do algodão que formou ligeiramente (des)construção de identidade, quando a elite local tenta se espelhar no modo de vida europeu (PESSOA, 2009).

Diante do momento de grande restrição de mobilidade causado pelo vírus da pandemia mundial Sars Cov-2, acentuou-se a escassez e o grau de dificuldade, pois livrarias, bibliotecas e outros espaços correlatos a esses também estavam inacessíveis como o Instituto Histórico e Geográfico de Caxias (IHGC) e Academia Caxiense de Letras (ACL), ambientes de grande suporte de registros históricos e demais fontes importantes para o corpo deste trabalho, trazendo mais desafio na elaboração do presente trabalho.

O objeto da pesquisa é analisar a variação da temperatura da cidade de Caxias/MA e sua relação com a expansão urbana, que está na perspectiva de uma pesquisa exploratória qualiquantitativa, portanto, mista ao agregar a relação de conhecimentos de dados empíricos, como a utilização de métodos geográficos, meteorológicos, matemáticos e estatísticos no trabalho de consolidação de dados, contando com instrumentos de SIG, Sirgas 2000, bases de dados do IBGE, equipamentos de medição de temperatura, umidade relativa do ar e vento, marca Akrom, Termo-Higro-Anemômetro KR 825 com faixa de medição de temperatura de -10 a 50°C, digital; uso de programas como Microsoft Word 2007/10, Excel 2007/10, na formatação e elaboração de imagens, tabelas, quadros e gráficos, conforme descrito abaixo como procedimentos.

## 2.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa desenvolveu a análise da variação da temperatura da cidade de Caxias, Maranhão, que está situada na região leste do estado, reconhecidamente sob aspecto geocológico de Meio Norte. A área é transição entre domínios geoambientais da Amazônia, do território do Sertão Nordestino e de ocorrência de Cerrado, bioma característico do interior do Brasil, região muito conhecida como Brasil Central.

Foram estabelecidos procedimentos metodológicos sobre premissas levantadas com a finalidade de encontrar resultado contendo as especificidades, como as máximas e mínimas temperaturas pela cidade, fatores que podem gerar tipos de temperatura, observando a existência ou não de amplitudes entre os pontos, o comportamento térmico entre duas estações do ano (Inverno e Primavera) que representam as etapas com diferenças nas temperaturas da cidade, que formam gradiente local de tempo atmosférico.

Até se chegar às características locais de perspectiva climática, portanto, de domínio de conhecimento térmico da climatologia de temperatura e da interação de algum fator que pode ser afetado na área em loco, há inicialmente necessidade para que se desenvolva antes do estudo principal, dos objetivos central e particulares, uma abordagem sobre a configuração histórica, da criação e de seu processo como centro urbano caxiense, que foi se formando e obtendo sua emancipação não apenas política, mas, em produção nas etapas por via de seus progressos históricos. Este estudo de forma documental destaca registros de tempo e o próprio espaço historicizado.

Como objetivo geral analisar a variação da temperatura na cidade de Caxias/MA e sua relação com a expansão urbana; tendo como específicos, mensurar as micros temperaturas nos espaços caxienses e mecanismos de influência na alteração das mesmas; verificar se a expansão da área urbana está formando ilha de calor; relacionar o grau de transformação do meio e a dinâmica da temperatura atmosférica local e desenvolver análise sobre a formação e reprodução do espaço urbano caxiense como transformador do ambiente.

Quanto hipótese tem-se a alteração da temperatura caxiense como fator direto a ampliação de áreas construídas, urbanizadas com o uso diversificado e cada vez mais intenso do solo tornando-se potencial fonte de energia e calor nos espaços urbanos que vão se expandindo às áreas mais distantes da zona central como as zonas: Sul, Leste e Norte.

Para atingir os objetivos propostos, a fase de campo da pesquisa teve como procedimento metodológico a realização das medições de temperatura em dois recortes temporais no mesmo ano de 2020, sendo o primeiro momento no mês de julho período em que

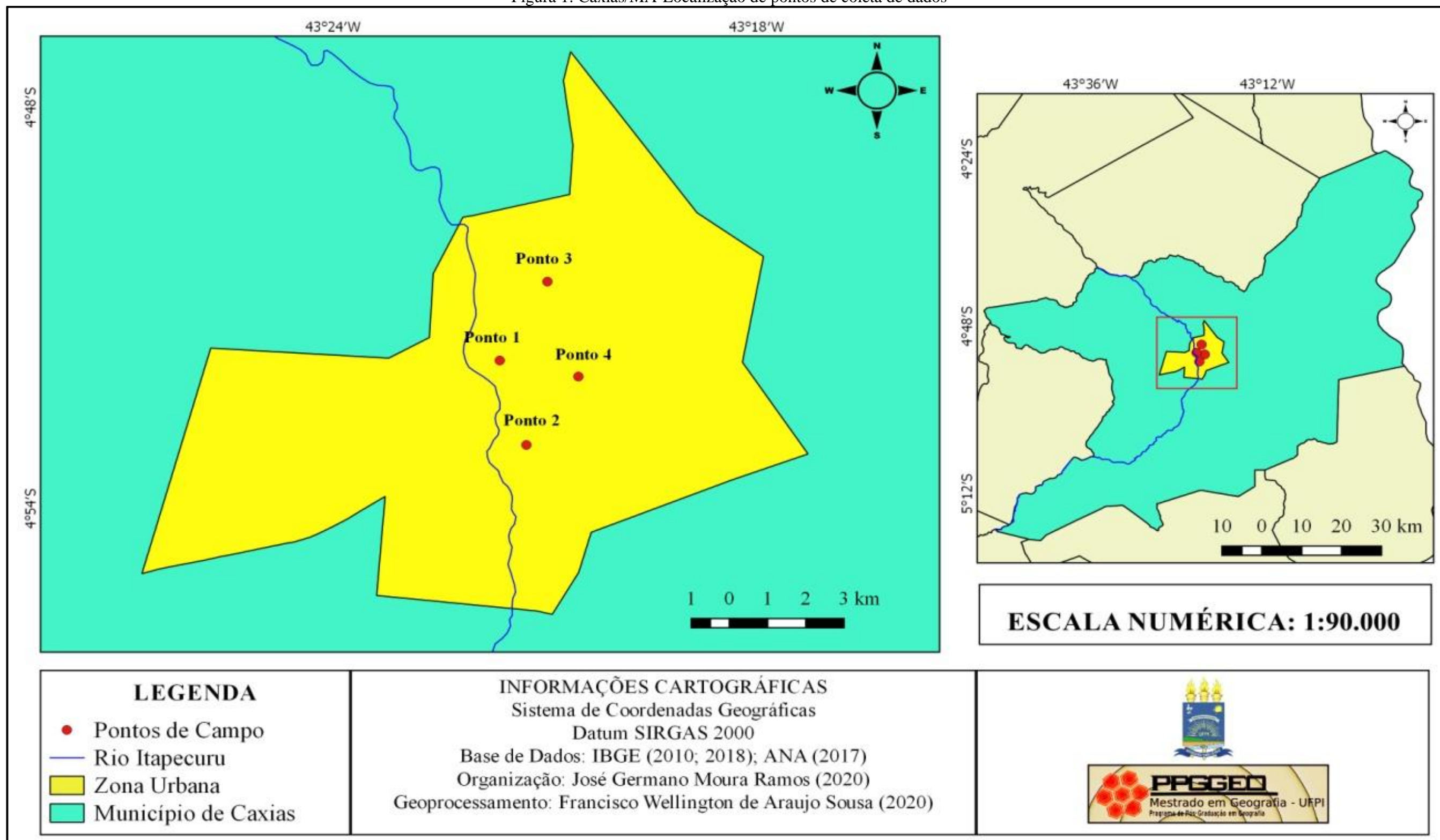
a cidade constata a média mais baixa de temperatura diária 21° C, noturna, estabelecendo assim uma amplitude térmica diária considerável e, a segunda etapa da pesquisa realizada no mês de outubro ocasião em que os registros de clima local chegam às máximas térmicas 36,9° C, conforme Normais Climatológicas de 1981-2010 fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia-INMET do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento/MAPA (2020).

O procedimento utilizado para a coleta de dados em ambas as fases foi através da determinação de quatro pontos fixos no intra-urbano denominados: P1-Praça Gonçalves Dias, centro; P2-Volta Redonda, na intersecção das ruas Espírito Santo e Cristino Gonçalves, sul; P3-no Alto do IPEM, ponto mais norte da cidade e P4-no Conjunto Habitacional COHAB ao lado da igreja católica Nossa Senhora das Graças, a leste.

Para a coleta formou-se quatro grupos que simultaneamente às 9h, 15h e 21h coletavam as informações preenchendo-se quadro elaborado para tal finalidade. Os horários estabelecidos atendem aos objetivos porque são momentos que sintetizam para mais a concentração de energia e, o noturno que possibilita existir inversão térmica capaz de qualificar os resultados. Foram adotados 06 dias, por cada etapa, escolhidos foram aleatórios, sendo posto como viável que fossem distribuídos durante o mês de para obter a melhor demonstração da temperatura para o mês de análise.

A identificação dos locais de coleta de dados pode ser feita na figura 1 que enumera os referidos postos onde estão sendo utilizados para obtenção da temperatura da cidade. Essas localizações estão distribuídas por distintas áreas do traçado urbano que identificam a localidade pois, a micromedição pode evidenciar o comportamento da atmosfera e de como está sendo a relação superfície-ambiente social-atmosfera nos períodos de amostragens.

Figura 1: Caxias/MA-Localização de pontos de coleta de dados



Fonte: IBGE (2010; 2018). Org.: Ramos (2020) Geoprocessamento: Souza (2020).

A este espaço antropogênico, há relação direta entre o uso da área, com sua interação entre os elementos naturais e, destes, que são aos poucos subtraídos em suas formas para se moldarem de alguma maneira aos interesses humanos, como derivados que podem ser muito úteis, assim como em outras épocas onde há excessos de elementos artificiais e constante processo de alteração do meio, possibilitando mudanças não apenas nas formas, nas interações de ordem física, de transferências de energia entre superfície e atmosfera, de comportamento de temperatura, mas, influenciadas em seus valores numéricos, no grau de alteração e de comprometimento imprimido no espaço urbano.

Nessa simbiose de relação que não se desenvolve isoladamente, entende-se que a cidade, como urbano, não ocorre dissociada da condição de relação sistêmica em que um dado elemento natural ou aspecto geomorfológico ao ser apropriado, transformado ou até suprimido, não esteja afetando relação, mas um sistema. Nesse sentido, o presente trabalho inicia com a assunção de noções sobre a criação e construção de seu espaço geográfico, que tem assumido formas e conteúdos ano a ano. A atmosfera é receptora de ações humanas, sendo um ambiente de contato com a superfície terrestre e de todas as manifestações realizadas, incluindo a atividade humana.

Para desenvolver estudo de um elemento desta atmosfera complexa, requer-se um método. A pesquisa é mista entre qualitativa e quantitativa. Exploratória em virtude da existência de procedimentos que se caracterizam por estarem compondo os tipos específicos, baseando sempre na tentativa de desenvolver interpretações de condições ambientais, socioespaciais, dos dados captados com os trabalhos em campo sobre temperatura no espaço intraurbano de Caxias, Maranhão, atendendo programação envolvendo meses e, especialmente dias de cada mês pesquisado.

O primeiro mês da pesquisa em campo com a temperatura foi julho de 2020 em que a cidade registra de forma generalizante as mais baixas temperaturas anuais em média, ocorrendo em seis dias por mês com a coleta distribuída por quatro pontos intraurbanos. Houve o mesmo procedimento para o mês de outubro de 2020, quando os trabalhos de campo foram novamente realizados, objetivando a mensuração das temperaturas para o mês mais quente ou, de elevadas térmicas anuais em média.

Esse processo de tomada de temperaturas foi realizado com equipamento de medidas de temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa do ar Thermo-Higro-Anemometer, marca Akrom, Modelo Kr825 e, em seguida, foram utilizados outros processamentos matemáticos e estatísticos, além de recursos gráficos com aplicativo do tipo Quantum Gis (Qgis), versão 2.18 para desenvolvimento de produtos tipos mapas; o Word e Excel 2007; 2010,

com tabelas, gráficos e componente textual analítico de todas as informações surgidas nas etapas anteriores, acrescentando o uso de imagens de satélite sobre a cidade e dados climatológicos.

As médias de variações diárias de temperatura por local no texto, foram obtidas a partir da utilização da metodologia de cálculo empregada pelo INMET apud Medeiros et al (2012); Sentelhas e Angelocci (2012) que adotam a fórmula:

$$T_{med} \text{ do ar} = (Ta_{9h} + T_{max} + T_{min} + 2.Ta_{21h})/5$$

Em que  $T_{med}$  é a temperatura média;  $Ta_{9h}$  é a temperatura das 9 horas;  $T_{max}$  a temperatura máxima;  $T_{min}$  é a temperatura mínima e  $Ta_{21h}$ , a temperatura das 21 horas e para se chegar ao valor da média diária da temperatura e demais médias no texto fez-se uso da fórmula citada por Sentelhas e Angelucci (2012) empregada também pelo INMET nas estações automáticas sendo;

$$(\sum Tai)/n$$

Onde,  $Tai$  é a temperatura do ar medida a cada intervalo e  $n$  é o total de observações feitas ao longo do um dia.

*Mapa de localização de Caxias.* A elaboração do mapa de localização da área de estudo consistiu no primeiro procedimento geocartográfico desenvolvido, sendo utilizado como fonte na elaboração do produto, dados vetoriais dos limites municipais do Maranhão e dos estados do Brasil, e das sedes municipais, adquiridos de forma gratuita no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018). Também foram utilizados *shapefiles* de rodovias do Brasil, obtidos no portal eletrônico do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes – DNIT (2015).

*Mapa de Densidade Populacional.* Na confecção do mapa de densidade populacional foram utilizados dados da sinopse dos setores censitários do Censo Demográfico do IBGE (2010). Os dados encontram-se disponíveis em formato *shapefile* e em tabelas de Excel. Na elaboração do produto cartográfico foi aplicado a função de união da tabela com o *shapefile*, e em seguida calculada a densidade em hab/ha.

*Mapa de localização dos pontos e da zona urbana.* O mapa que localiza a área urbana de Caxias/MA foi confeccionado com base nos dados dos setores censitários do IBGE (2010), para identificar o limite urbano do município. Também foi utilizado na elaboração do mesmo, *shapefile* das rodovias e dos limites municipais do estado do Maranhão. Em relação ao mapa de pontos, utilizou-se a base de dados vetoriais do IBGE (2010 e 2018), os *shapefiles* da Agência Nacional de Águas. Os pontos foram coletados em campo pelo GPS, e foram



exportados para o *software* Google Earth a partir da criação de pontos. Posteriormente, os pontos foram processados no Qgis, onde foram transformados em *shapefiles*.

*Mapa de Altimetria ou Hipsométrico.* No processo de elaboração do mapa de hipsometria foram utilizadas as folhas SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) 04S45, 05S45, 04S435\_ZN e 05S435\_ZN. Esses dados matriciais possuem formato *geotiff*, 32 bits, resolução espacial de 30 metros e foram obtidos no portal eletrônico do banco de dados geomorfométricos BRASIL TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais - INPE. Foi feito inicialmente o processamento das quatro folhas SRTM, por meio do mosaico, utilizando nesse processo a ferramenta do Qgis Raster > Miscelânea > Mosaico. Em seguida foi realizado a reprojeção para o sistema plano Universal Transversal de Mercator – UTM, englobando a zona 24 Sul, Datum SIRGAS 2000, a partir da ferramenta Raster > Projeções > Reprojeter.

O passo seguinte constou da utilização do *shapefile* do município de Caxias/MA, para ser realizado o recorte, com base na ferramenta Raster > Extrair > Recorte. Após esse procedimento, foi aplicado uma renderização falsa cor no arquivo, utilizando os indicadores mínima e máxima, para assim gerar o produto, a partir da definição das classes de altitude com intervalo de 50 metros. Cabe destacar que, na confecção do referido mapa, também foram utilizados arquivos vetoriais da Agência Nacional de Águas – ANA, para identificar os cursos de água que drenam o município, especialmente a área urbana de Caxias/MA. A identificação dos rios e riachos foi feita com base na tabela de atributos da fonte utilizado da ANA.

*Mapa de uso e cobertura da terra do município.* Para elaborar o mapa de uso e cobertura da zona urbana de Caxias, foram utilizadas imagens do satélite *Land Remote Sensing Satellite* – LANDSAT, sensor 8 OLI, órbita/ponto 220/063, datadas do dia 17 de julho de 2017. As imagens foram adquiridas de forma gratuita no site do banco de dados geomorfométricos BRASIL TOPODATA do INPE. Ressalta-se que o manual técnico de uso da terra consistiu na referência metodológica utilizada na classificação das tipologias de uso.

No que se refere aos procedimentos adotados no Qgis, foi feito inicialmente com base nas ferramentas Raster > Miscelânea > Mosaico, a composição das bandas 4, 5 e 6. Com o mosaico gerado, foi realizada em seguida a reprojeção da imagem para SIRGAS 2000 UTM zona 24 Sul, e depois processado o recorte da área urbana de Caxias/MA via Raster > Extrair > Recorte. Com a utilização do algoritmo *Dsetzaka*, foram delimitadas as classes de uso e cobertura, sendo adotada uma classificação supervisionada. Nesse processo, foram criados arquivos vetoriais (*shapefile* de polígono), apoiado no conhecimento da área de estudo e em

imagens de alta resolução de satélites disponíveis de forma gratuita no *software Google Earth* – GE. A interpretação visual dos elementos da imagem LANDSAT (cor, textura, por exemplo) foi relevante nessa etapa.

*Mapa de Gráficos de temperatura.* Com relação aos procedimentos para elaboração do mapa de gráficos, destaca-se que foi feita inicialmente a escolha de uma imagem no *software Google Earth*, datada do dia 3 de agosto de 2020. A imagem foi salva com resolução de alta definição. Após esse procedimento, a imagem foi georreferenciada no Qgis, utilizando quatro pontos. No processo de georreferenciamento foi utilizada a ferramenta Raster>Georreferenciador>Georreferenciar. Em seguida, a imagem foi convertida para o Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 23 S e Datum Sirgas 2000. Para concluir o mapa, foram acrescentadas as figuras dos gráficos de cada ponto.

*Mapa de Expansão Urbana.* Para elaborar o mapa de expansão da zona urbana de Caxias, foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT, sensor 5 ETM, órbita/ponto 220/063, datadas dos dias 13 de dezembro de 1984, 22 de agosto de 1995 e 02 de setembro de 2005. Também foi usada uma imagem do LANDSAT sensor 8 OLI de 27 de setembro de 2014. As imagens foram adquiridas de forma gratuita no site *Earthexplorer* do *United States Geological Survey* – USGS.

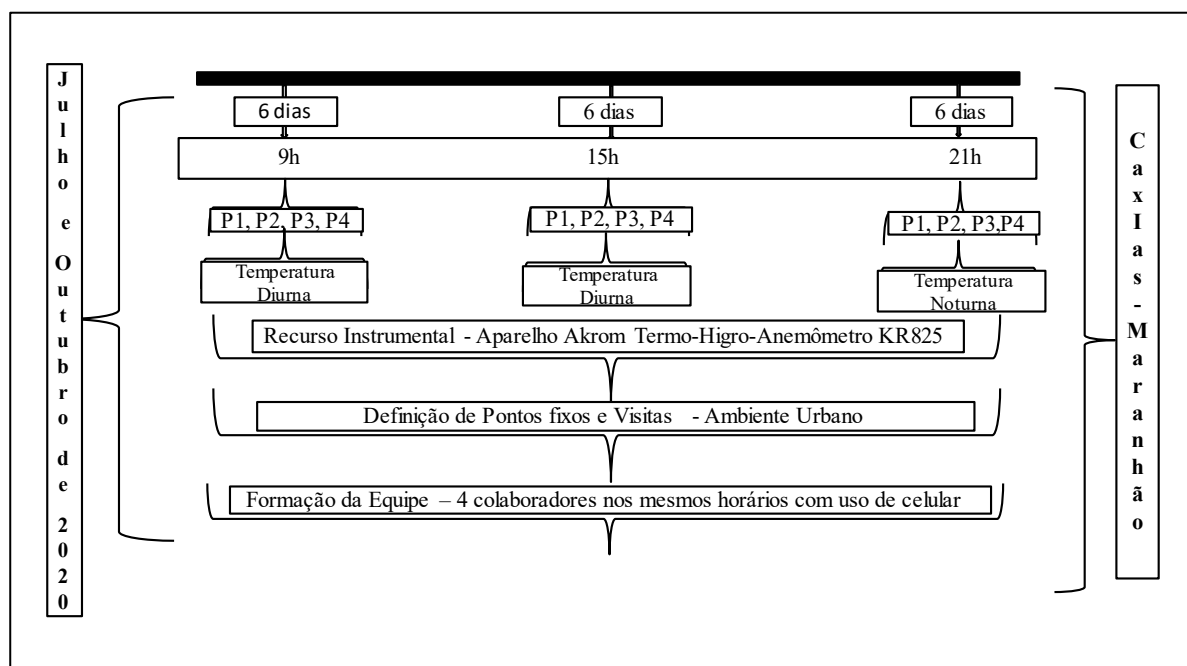
No Qgis, com base nas ferramentas Raster>Miscelânea>Mosaico, foi feita uma composição das bandas 4, 5 e 6. Com o Mosaico gerado foi realizada em seguida a reprojeção da imagem para SIRGAS 2000 UTM zona 23 Sul. A delimitação da malha urbana em cada ano foi realizada com base na visualização dos elementos de cor, textura da própria imagem após a composição, com a identificação das construções urbanas do município de Caxias/MA.

Todos os mapas confeccionados na pesquisa foram elaborados no *software Qgis* (código aberto ou *software* livre) versão 2.18.1. O referencial geodésico dos produtos cartográficos compreende no Sistema de Referência geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), englobando a zona 24S, sendo este o *Datum* oficial adotado no Brasil. Os demais mapas constantes foram subtraídos de trabalhos com suas respectivas referências em virtude da significativa relevância para o contexto da pesquisa e deste trabalho.

A orientação que será seguida, conforme visão filosófica, apoia-se com o emprego da dialética capaz de oferecer interpretação através de dados, resultado em condição de amplo reconhecimento. Além de ser um trabalho desenvolvido em campo por um pesquisador como uma tarefa unipessoal, a pesquisa é fruto de colaboração do orientador e de diversas outras colaborações agregadas de demais professores e externos, que se somam nas inúmeras etapas

em se desenvolveu. Este trabalho de campo teve um planejamento que atendesse as características marcantes quanto temperatura na cidade de Caxias/MA sendo executado em dois momentos de distintas condições atmosféricas do ano de 2020. O organograma (figura 2) demonstra o sequenciamento de dias, horas, equipes e uso de instrumentos na coleta de dados em campo.

Figura 2: Metodologia utilizada em campo



Fonte: Ramos (2020)

O objeto de estudo recebeu contribuição referencial de outras áreas que Hissa (2006) chama de mobilidade de fronteira, em que a interdisciplinaridade (a disciplina aqui pensada como o campo de efetivação de certa ciência) permeia, pois, “a disciplina é frágil em seu isolamento científico. Por isso, a sobrevivência e a evolução do conhecimento sempre estiveram chamando pela restituição dos elos entre as disciplinas” (HISSA, 2006, p. 261).

Essa transitoriedade possui um objeto de estudo de temperatura urbana entre as disciplinas que estão diretamente vinculadas ao estudo do problema, e, outras mais distantes fazem enriquecer as etapas e o produto final, onde a filosofia contribui com seu método de análise e discussão, como se observa em Kosik (2014) sobre a dialética tratada em si.

Para Kosik (2014) a atividade primordial não deve ser meramente cognoscente em abstração, mas, que analisa a realidade, que age objetiva num percurso histórico entre a natureza e o que foi produzido socialmente. A Teoria Geral dos sistemas (TGS) foi outro suporte encontrado para ligar aspectos teóricos com o empírico.

### 3. CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS À PESQUISA

Espaço urbano como história é uma viva relação entre seus constituintes culturais e o meio ambiente inserido que causa transformações da temperatura urbana conforme evolui. O espaço urbano, com a intensificação de atividades distintas às que se conheciam há milhares de anos praticados no campo, constitui-se como um habitat organizado a partir de conhecimentos acumulados de outros tantos tempos, sendo alterado conforme a mudança de concepções e o aprimoramento técnico.

Assim, altera a condição básica da atmosfera de contato, produzindo montantes de energia que vão se constituindo lentamente como novas médias. Carlos (2018) aponta que a prática urbana ao longo da história manifesta-se com subsídios em distintos momentos da própria história com resultados acumulativos, o que se presencia na térmica da cidade.

É um ambiente feito a partir da utilização de um conjunto de fatores pensados que se constituem como importantes para a manutenção das condições de vida das pessoas. Gomes (2010) reforça essa postulação ao considerar que será equívoco considerar o fato urbano apenas pela morfologia, pois, ao fazê-lo perde-se a oportunidade de compreender o conteúdo dessa forma, da vida urbana em si, do todo sistêmico.

Esse espaço objetivo que se materializa com o tempo, que não se forma e nem se constitui igual em suas formas, em suas paisagens (SPOSITO, 2018). Para Santos (2012), é um produto histórico ontológico que agregou ou agrega as marcas de gerações anteriores e evoluções sociais com seus aparatos desenvolvidos para determinada utilidade humana, de fluxos e fixos.

Dentro dessa ótica histórica, no caso do Brasil há um processo histórico recente, com alguns séculos, bem diferente de outras nações mais antigas, exibindo em seu contexto de sociedade, as marcas de épocas, de costumes, de formas em que dada sociedade viveu de conforto e regalias, como se pode captar de Maurício de Abreu (2012) sobre ‘a memória das cidades’, em estudo sobre as cidades brasileiras.

A partir de um processo envolvendo a composição de culturas diferentes, não apenas com a predominância do povo europeu, mas com a penetração de outros povos, somando-se com os nativos dos domínios imensos que foram seduzidos para a convivência do modelo social instalado, surge ao longo desse contato, convívio de um povo que vai ser intitulado de mestiço (BARBOSA, 2017). Espalha-se por imensas terras, participando da formação de núcleos e cidades como agentes cujas identificações, em muitos casos, existiam sob a ótica do modo de

trabalho e de investimento. É parte decisiva na história, inclusive das ocupações urbanas, servindo de mão de obra para desenvolver cada lugar, cada cidade (FRIDMAN, 2010).

Nossos espaços, mesmo jovens, têm sua história individualizada que se processa com o tempo, transformando-se com as condições acumuladas, utilizando espaços de maneira desiguais com novas paisagens cada vez menos naturais e semelhantes ao meio movidos, principalmente, pela condução histórica dos processos de construção de espaços geográficos já a partir do século XVI (FRIDMAN, 2010). Esse aporte técnico encaminha alterações duradoras e potenciais influenciáveis, em elementos geomorfológicos como o relevo, o curso d'água e a remoção de um gradiente de vegetação.

Quanto ao espaço urbano, considerando que ele é uma apropriação de área, de remodelagem do relevo, de modificação de cursos líquidos superficiais, entre tantas mudanças realizadas, é uma instância que está em constante processo de formação com os diferentes agentes sociais atuantes (CORRÊA, 2012; RODRIGUES, 2012). Isso emprega tipos diferentes de metodologias para a realização dessas etapas que incorporam em cada fase grande caracterização de contradições que vão sendo partes do jogo social em que a evolução urbana se processa.

Cidade média é uma estrutura que tem sobre si elevado nível de aplicação de elementos que agem como condutores de novos parâmetros na interface superfície-atmosfera, que aos poucos se constituem num tecido artificial que se amplia, gerando a diferenciação de térmicas locais que, no entendimento de Monteiro (1990a), por se constituir num caráter eventual dos experimentos para análise confiável de mensurações, deveriam existir, levando em conta as sazonalidades, estações do ano e um longo tempo para com os experimentos.

O que se compreende com a exposição feita por Monteiro (1990a) é que essa condição de mudança de aspectos climáticos, por exemplo, vai ser mais lenta. Não se processa de imediato a partir da transformação do espaço, por isso experimentos necessitam de maior observação dentro da condição temporal, principalmente em análise rítmica.

A tentativa de elaboração de um estudo climático com base no estado de um espaço geográfico que se transforma no bojo do conjunto de elementos técnicos, de objetos e seus sistemas (SANTOS, 2012) torna um processo intelectual que não se restringe ao conjunto de saberes técnicos de uma ciência apenas. Nesse sentido, a pesquisa sobre a temperatura urbana de Caxias, estado do Maranhão, não se distancia do consistente estudo de Bertalanffy (1973) TGS, que, de forma filosófica, estabelece condição para entendimento de que, embora o objeto

de pesquisa seja um foco no aspecto formador do estado de tempo de um lugar, ele não está isolado.

A temperatura urbana não desassocia essa ligação como sendo primordial ao estudo, porque a natureza se alterna através de suas características compostas de fatores que modificam em questão de tempo curto ou longo. Em virtude de encontrar correlação de atuação composta por diversos fatores na formação de um tipo de clima, o estudo de Bertalanffy (1973) direciona-se como um suporte neste trabalho quanto conceito de interação.

Espaço geográfico é fruto de um esforço da sociedade para produzir um conjunto de condições que oferecem capacidade de conforto para viver e desenvolver gerações. É um embasamento científico que está ligado a elementos que formam um tipo de tempo local em conjunto.

O sentido sistêmico é um tipo de relação que se dá em permanente troca de energia gerando novas mudanças ou ofertando o ambiente com possibilidade de que ocorra alteração na qualidade e no quadro das médias da temperatura na cidade. Nesse caso, diz “os sistemas estão em toda parte (BERTALANFFY, 1973, p. 17)”, isso garante que não há possibilidade de conduzir estudo longe de estabelecer correlação entre o que existe em termo de objetos, dos sistemas compostos por esses e a coisa em si, a temperatura que atua sobre esse espaço como se fosse independente um do outro. Para tal compreensão se retira de Bertalanffy

[...] na ciência contemporânea aparecem concepções que se referem ao que é chamado um tanto vagamente “totalidade”, isto é, problemas de organização, fenômenos que não se resolvem em acontecimentos locais, interações dinâmicas manifestadas na diferença do comportamento das partes quando isoladas ou quando em configuração superior, etc. Em resumo, aparecem “sistemas” de várias ordens, que não são intangíveis mediante a investigação de suas respectivas partes isoladamente. (BERTALANFFY, 1973, p. 60-1).

A compreensão dada por Bertalanffy (1973) sobre essa situação é de que os fenômenos não estão isolados e, qualquer conjunto de ações está incondicionalmente ligado a outro em que esteja próximo ou que chega de outra região, por exemplo. No caso da climatologia geográfica, essa relação atuante favorece a formação não somente a um estado de tempo, todavia, de elementos do tempo como parte do clima. É um complemento de condição para que uma ação possa ocorrer como um propósito da TGS favorecer a capacidade de se compreender um efeito, ato ou acontecimento relativo a uma estrutura que se forma.

Santos (1998), embora abordando questões do espaço geográfico, nos traz profunda noção de relação sistêmica ancorada no que é proposto por Bertalanffy (1973), quando

sabidamente reconhece que existe entre o humano e a natureza uma condição em que essa última nos impõe a recorrer às adaptações, mesmo com toda condição que o homem possui de intervenção. Diz:

O processo técnico não elimina a ação da natureza. A ação humana se verifica segundo diversos modelos: [...] nem sempre pode haver controle ativo da natureza, mas apenas controle passivo, por exemplo, quando se escolhe melhor, cientificamente, a melhor estação do ano [...]. Estamos, pois, diante de um novo sistema da natureza (SANTOS, 1998, p. 27)

Há estabelecimento de nexos entre Bertalanffy (1973) e Santos (1998) quando demonstram que, em ambos os seus objetos de análise, a necessidade de compreensão da relação não seja feita por parte apenas, porém, que é dentro de um conjunto de forças agindo dependente que atua em qualquer relação, em sistema. Ciência e sociedade na TGS resumem o que de fato é interessante, porque há a formação de um repositório técnico capaz de oferecer razões para o desenvolvimento de método que possibilite sair de um caos ou entropia.

É possível também contar com a questão metodológica em Santos (2014) ao passo do que tem de espaço como um sistema de sistemas ou como um sistema de estruturas. “É somente a relação que existe entre as coisas que nos permite realmente conhecê-las e defini-las. Fatos isolados são abstrações e o que lhes dá concretude é a relação que mantém entre si” (SANTOS, 2014, p. 25).

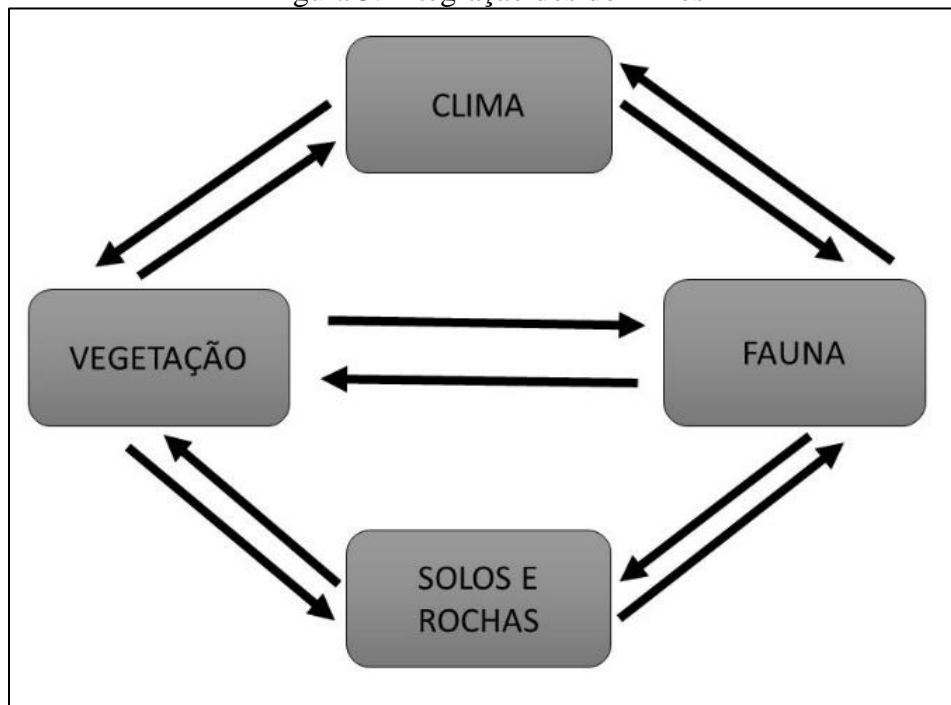
Esses pensamentos são indispensáveis para a análise tanto ao espaço, com suas transformações provocadas pelo trabalho antrópico, como igualmente pelo modo em que é alterado o conjunto de fatores naturais que está em consonância, produzindo determinado modo característico, sendo padrão ou não, mas, atuante.

Conforme Ayoade (2015), o estudo do tempo atmosférico e do clima está inserido como amplo campo dentro da ciência ambiental. É com esses processos que ocorrem as mudanças que parecem não serem habituais como, às vezes, se pode pensar que surgem aleatoriamente sem nenhuma relação de causa entre diversos fatores que agem conjuntamente para caracterizar determinado momento atmosférico em dado local.

Para ilustrar bem essa situação mecânica que interage entre os domínios, assim por ele chamado de: a atmosfera, biosfera, hidrosfera e a litosfera, elaborou o esquema com os elementos clima, vegetação, fauna, solos e rochas através de uma sequência onde todos se ligam de algum modo na cadeia da dinâmica de geossistemas conforme a figura 3. Christofolletti

(1987) faz menção de que ao geossistema há organizações espaciais oriundas dos processos do meio ambiente físico.

Figura 3: Integração dos domínios



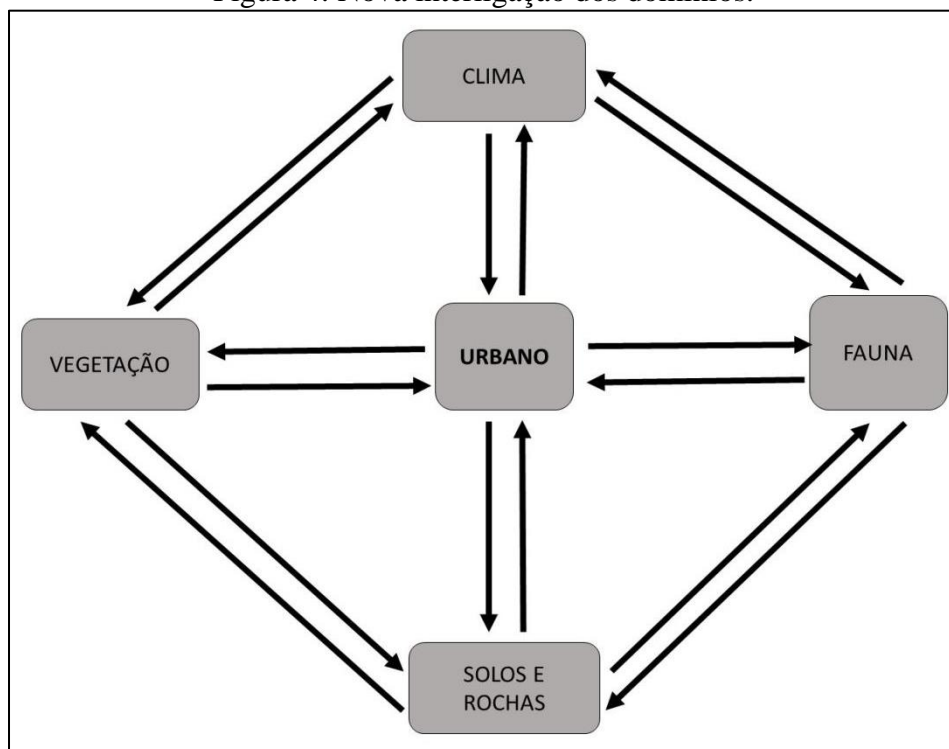
Fonte: Ayoade (2015)

A figura 3 é um esquema clássico para a compreensão da relação que os fatores de cada domínio exercem e são até afetados por todos que estão ligados. Traça uma sistemática. Para Ayoade (2015), o clima refere-se às características da atmosfera inferidas de observações contínuas durante um longo período. A climatologia está baseada na meteorologia que em si está pautada nos princípios da física e da matemática, podendo o tempo e o clima ser considerados juntos como uma consequência e uma demonstração da ação dos processos complexos na atmosfera, tanto nos oceanos como na superfície continental.

Quanto à aplicação em um clima urbano, sua estrutura ganha um elemento central que conecta toda sua existência como uma construção que envolve o uso da terra, superfície muito mais intensa do que qualquer outra utilização não urbana. As inter-relações estabelecidas entre os elementos naturais vão se alterando, ganhando novas feições conforme o tipo de técnica e trabalho que são empregados para dar nova forma ao lugar capaz de oferecer facilidade para a circulação de pessoas e bens ou até atingir outras finalidades. Com esse modelo, a condição é vista como a que mais exige o uso alterado da natureza, afetando os tipos de cidades brasileiras através do solo, da vegetação e da diminuição da fauna em suas proximidades. Nesse sentido, o esquema de Ayoade (2015) passa a se configurar diferente, conforme a figura 4:



Figura 4: Nova interligação dos domínios.



Fonte: Ayoade (2015). Adaptação: Ramos (2020).

O ambiente urbano é produtor e concentrador de energias. Nesse caso, conta-se com geossistema natural e sistemas socioeconômicos, conforme o método de análise de Christofolletti (op. cit). É espaço de transformações frequentes, agregando condição de afetar a dinâmica de circulação da atmosfera com a formação de novo aspecto de tomada de um elemento do clima como algo que é visto positivo ou negativo por pessoas.

Andrade (2016) revela que Teresina (PI) tem crescimento rápido e fugaz, segundo um sentido de expansão horizontal como tendência. Nessa condição de um espaço urbano maior com mais elementos construtivos há relação peculiar com a diminuição de áreas naturais verdes, através de processos que dão novos delineamentos e frentes a esse crescimento.

Quando se expande uma área urbana, naturalmente é adaptada à realidade para que/quem os serviços sejam oferecidos. É uma característica marcante de nossas cidades modernas que incorporam novos valores de uso para sua interação com a realidade, ainda que em muitos espaços não sejam totalmente arranjados. A fixação de pessoas e de atividades formam demandas que criam, alteram e recriam ambientes marcados de trabalho antropogênico.

Para Torres e Machado (2016), o clima tropical no Brasil está diretamente ligado a uma porção do território com geomorfologias distintas em altitudes e direcionamento, o que pode

influenciar em caracterizações de tipos climáticos em diversos lugares. Para os pesquisadores, esse dinamismo atmosférico brasileiro é controlado por centros de ação, também.

Os fatores são peças importantes que contribuem para acontecer essas dinâmicas, juntamente com outros. Esboçam como a dinâmica atmosférica brasileira é afetada em diferentes altitudes, com seus sistemas produtores de tipos de tempo; descrevem sobre o clima tropical da mEc e da mTa. Essa, quando mais úmida, tem ocorrência em parte do território central em que a vegetação característica é o Cerrado. Eles abordam também os principais elementos climáticos que dão contribuição à questão da temperatura local, como a radiação solar, insolação e temperatura.

A insolação é a duração do período do dia com luz solar ou duração do brilho solar, sendo a energia recebida pela Terra em forma de ondas eletromagnéticas provenientes do sol (TORRES; MACHADO, 2016). Ayoade (2015), por sua vez, diz. “A quantidade de energia solar recebida, por unidade de área, por uma superfície, que forme ângulos retos com os raios do sol no topo da atmosfera, é de aproximadamente duas calorias por  $\text{cm}^2$  por minuto (AYOADE, 2015, p. 23)”, dando o nome de constante solar. Menciona a absorção da radiação pelo vapor d’água a atingir maior nível entre  $0,9 \mu\text{m}$ , e,  $\text{CO}_2$ , absorvendo radiação com comprimento de onda maior que  $4 \mu\text{m}$ , tendo a cobertura de nuvens impedindo a penetração da insolação.

Barry e Chorley (2013) destacam as tentativas de se reconhecer tipo de gradiente sobre ente atmosférico ainda bem antes da Segunda Guerra Mundial, a partir de aplicação de estudos feitos sobre o ciclo de vida da depressão frontal nas médias latitudes, utilizando o seu valor como instrumento de previsão. Essa tentativa encontrou resultado negativo como iniciativa, porque na região ( $30^\circ\text{N}$ – $30^\circ\text{S}$ ) não havia descontinuidades frontais na temperatura entre as massas de ar e ausência de um feito Coriolis, ondas de Rossby<sup>1</sup>.

Nesse ambiente global dos trópicos, o clima tropical resulta de intensas características convectivas como fluxos de calor, ciclones tropicais, Zona de Convergência Intertropical – ZCIT em que seu centro serve como divisor de ventos de Nordeste e de Sudeste, Hemisfério Sul (H. S.) (BARRY; CHORLEY, 2013). Essa região é reconhecida como sendo muito intensa em sua instabilidade de mudanças de tempos atmosféricos.

---

<sup>1</sup> É um movimento em que há a conservação da vorticidade absoluta e deve sua existência à conservação do parâmetro de Coriolis com a latitude, o efeito  $\beta$ . Surgem com o aquecimento diabático tropical. SHIMIZU, Marília Harumi. Fontes de ondas de Rossby: aspectos observacionais, simulações numéricas e projeções futuras. Tese. INPE. São José dos Campos: 2012

A convecção térmica, para Foucault (1993), encontra a irregular distribuição de energia calorífica no seu interior, o que cria o fenômeno atmosférico convecção térmica via movimento das massas de ar. Esse processo tem sempre como princípio um aquecimento que provoca dilatação do ar, fazendo com que em uma mesma latitude possa haver uma pressão mais elevada na vertical da coluna de ar dilatado que em sua volta.

O máximo de radiação solar, segundo Foucault, se verifica nas regiões equatoriais. A ZCIT é uma zona de baixa pressão em que seu mecanismo de funcionamento nas regiões equatoriais segue o conjunto das massas de ar que são aspiradas para cima. A componente horizontal desse movimento é praticamente nula, o que origina, ao nível da superfície, ventos fracos e hesitantes (FOUCAULT, 1993).

Conti (2011), também falando sobre clima e tropicalidade, destaca a importância para estudos ligados. Segundo ele, deve-se conhecer e fazer o uso adequado do ambiente tropical, já que nessa faixa tropical há uma concentração de biodiversidade muito grande da mesma maneira em que existe descontinuidade de paisagens e de características de regiões por condições de fatores geomorfológicos e, ou, locais em que cidades podem ter realidades diferentes quanto temperatura urbana. Para ele, lugares tropicais, onde a água é fria, produzem climas secos devido à falta de maior evaporação, portanto, formação de nuvens.

Quanto ao clima e seu efeito para a humanidade, Conti (2011) destaca que esse fenômeno ao longo da história não apenas foi fator de condicionamento em determinados períodos, como sendo aos poucos elemento atmosférico que foi sendo adaptado para algum uso ou aplicabilidade. Isso se investe de valor quando o trabalho e técnica conseguiram gerar condição para que se conhecessem outros pontos do globo, para desenvolver certas culturas e ampliar o conhecimento sobre o meio de maneira geral. É possível assim elencar algumas influências ou possibilidades aplicadas com o uso do clima e, logicamente de alguns de seus elementos como a temperatura pelas sociedades no decorrer histórico.

Conforme Conti (2011), os avanços intensificaram-se com o comércio e as intenções de ampliar conhecimentos e mercados para produtos em sobra, gerando possibilidades de domínios de certas condições ligadas ao clima que, até determinado século, se tornava um severo concorrente, principalmente diante de condições de trabalho e dos meios disponíveis para superar obstáculos naturais. A travessia dos mares era uma necessidade sobre outra, segundo Harari (2015). Muitos morreram debilitados por desconhecimento ainda da doença, apenas no século XVII se descobre que a falta de consumo de frutas cítricas era a causa.

Quadro 1: Clima, variações do tempo e suas influências na vida humana

<p><b>Variações do tempo e sua relação com os habitantes do planeta</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Populações localizadas entre 0° e 30 ° de latitude têm excesso de calor; diversas instabilidades;</li> <li>• A ZCIT e suas oscilações definem épocas do ano para chuva e colheitas pelo globo inteiro;</li> <li>• Os doldrumus (massas de ar de baixa pressão) desestimulam a movimento horizontal de ar, gerando calmarias por até semanas;</li> <li>• Ao nascer do sol, a instabilidade aumenta muito entre 15h-16h com chuvas após;</li> <li>• A sazonalidade faz com que 70% das chuvas ocorram no semestre mais quente setembro-março no Hemisfério Sul;</li> <li>• No Brasil, período de chuvas intensificam problemas ambientais em cidades.</li> </ul>
<p><b>Clima Recurso Natural</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ONU (1989) tornou matéria de interesse comum da humanidade;</li> <li>• O clima serve como meio de regionalização de espécies animais e vegetais;</li> <li>• Os volumes hídricos não salgados que se distribuem em certas regiões são influenciados pelas condições climáticas;</li> <li>• Atividades agrícolas e seus rendimentos dependem da condição do tempo atmosférico;</li> <li>• Os tipos de solos são influenciados por condições climáticas;</li> <li>• A escolha de culturas é feita conforme tipo climático.</li> </ul>
<p><b>Energia Hidroelétrica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependência do fluxo hídrico;</li> <li>• Nível de precipitação e volume superficial determinam uso de geração de energia;</li> <li>• Regiões áridas menos energia por hidroeletricidade;</li> <li>• No Brasil, maior matriz energética se regionaliza geograficamente.</li> </ul>
<p><b>Energia Eólica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No século XV, essa energia impulsionou transportes;</li> <li>• Gerou geograficamente conhecimento de lugares anecúmenos;</li> <li>• No século XVII, surgem as primeiras orientações de circulação eólicas;</li> <li>• Atualmente produz energia;</li> <li>• Brasil produz mais de 606 MW de energia;</li> <li>• Amplia o aproveitamento dessa matriz, além d'água no passado agora é transformada em energia elétrica menos poluente;</li> <li>• Adaptável em área não utilizável para outros fins</li> </ul>
<p><b>Energia Solar</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Com a radiação solar é utilizada para produzir eletricidade de grande escala no Brasil;</li> <li>• É menos poluente;</li> <li>• Favorecem as áreas semiáridas em baixa latitude com muita insolação e radiação;</li> <li>• O NEB é bastante aproveitado com desenvolvimento dessa matriz energética.</li> </ul>

Fonte: Conti (2011), Org.: Ramos (2021)

Nesse caso, o vento era um combustível para os transportes de então, mas que em determinada época e ano de um lugar, isso poderia ser um drama, como em inverno rigoroso. Há também a transformação de fontes de energias naturais em fonte de eletricidade, como a solar e a eólica. A própria atividade industrial historicamente serviu para dinamizar usos e diversidades de tipos de fontes de energia (CANÊDO, 1994).

Quanto ao ambiente urbano que se constitui com as cidades de várias dimensões em seu circuito de delimitação por conta de seu aumento do número de população que se adensa a cada década, se tornou um objeto de interesse para muitos estudiosos dentro do conceito de ambiental, como a geomorfologia (JORGE, 2011). Esse segmento geográfico por sua vez,

muito se diversificou também com pesquisas que se desenvolvem em grandes, médias e pequenas cidades (AMORIM, 2010).

Antes, foi compreendido como sendo um estudo sempre mais específico para certos níveis de cidades, tomando suas dimensões como a extensão, complexidade de fluxos de veículos, de intensidade de usos do relevo e das caracterizações dos elementos construídos com as atividades humanas ao longo de histórias que marcam esses centros, tanto novos como aqueles mais antigos.

Assim, Amorim (2010) destaca que os estudos de clima nas cidades têm se pautado nas adaptações da proposta teórico-metodológica de Monteiro no início da segunda metade da década de 1970. O trabalho de climatologia e gestão do espaço urbano procura mostrar como a categoria clima urbano tem merecido atenção de tantos pesquisadores pelo país inteiro que, segundo a autora, “as cidades muito embora não ocupem grandes extensões territoriais, são elas as maiores transformadoras do meio natural” (AMORIM, 2010, p. 72). As cidades causam alterações de diversas ordens dentro de seu ambiente, fruto do trabalho humano que nem sempre teve atenção minimamente nos impactos no contexto natural, que não se resumem a um único elemento atingido com seu aspecto alterado ou modificado como a temperatura urbana.

Nesse sentido, o crescimento urbano, para Amorim (2010), em muitas realidades não segue um conjunto de medidas mínimas que não venha causar comprometimento da qualidade dos ambientes. Essa característica se efetiva como se fosse regra, quanto interferência antropogênica, dotando-o de “impermeabilização do solo, mudanças no relevo, por meio de aterros, canalizações de rios e córregos, concentração de edificação, verticalização urbana” (AMORIM, 2010, p. 72).

Para incrementar, essa situação inclui a discussão sobre ilhas de calor, e, o quanto que esses parâmetros do ar meteórico estão intimamente ligados ao modo de vida de milhares de pessoas que, além de estarem concentradas em espaços urbanos, ficam sujeitas a uma atmosfera constituída cada vez mais de capacidade de oferecer riscos à vida. Para Amorim (2010), as ilhas de calor num passado estavam associadas a ambientes urbanos cujos espaços eram mais complexos, mais alterados e acumuladores de muito resíduos que podem estar em suspensão.

Cidades pequenas e médias agora são compreendidas como potenciais geradoras de elementos que podem aumentar as médias de temperatura. “As diferenças de temperaturas intraurbanas e rurais, tanto do ar quanto dos alvos têm sido verificadas na maioria das cidades onde os estudos de clima urbano foram realizados, independentemente do porte das mesmas” (AMORIM, 2016 p. 33).

Andrade (2016) tem a mesma compreensão na questão do urbano, pois em seu processo de crescimento que é, em muitos casos, rápido, com atuação marcante na alteração do meio natural, ocorrem fatos que levam a interferir em componentes como a vegetação, contribuindo com sua substituição ou eliminação como espécie natural. Para ele, nesse processo urbano, a cidade “vai ganhando novos contornos e fronteiras [...] mais fluxos de pessoas e mercadorias, edificações, uso de tecnologias” (ANDRADE, 2016, p. 400).

A apropriação do ambiente urbano com procedimentos que interferem na capacidade do conjunto geocológico de se desenvolver, de interagir com demais elementos de forma própria, intensifica a concentração de alguma anomalia a ser visível ou sentida, porque, para ele, o clima urbano é um produto da transformação provocada através das atividades cujas qualidades atmosféricas sobre a cidade sofrem e obtém como resultado a modificação de um ou mais dos componentes do conjunto do clima local.

Ao desenvolver estudo de clima urbano de especificações sobre a composição da atmosfera em Teresina-PI, confirma que é um estudo complexo que não deve ser analisado à parte, através de certo desenvolvimento particular de um componente, mas, com a condição de atuação integrada desses na caracterização do clima para dado lugar.

Elabora procedimento de análise sobre a importância de conhecimento acerca da temperatura dentro de um sistema termoespacial urbano que, conforme sua estrutura de organização e composição de seus constituintes, adquire condição de gerar anomalias locais como as ilhas de calor e o desconforto térmico, principalmente para cidades como Teresina-PI que estão em região equatorial e tropical, como Caxias/MA, em que Peixoto (1975) classificou de equatorial até a latitude de 10°.

Sendo clima um processo complexo que envolve o funcionamento de demais integrantes da atmosfera e de suas características em certo instante, esse pode ser um fator que provoca nas pessoas alguns estados de alteração do organismo, por se tratar de um fenômeno climatológico muito perceptível pela população (SORRE, 2006).

Sobre clima e clima urbano, o geógrafo Sant’Anna Neto (2015), ao mencionar os caminhos percorridos pelo estudo do clima no Brasil, citando as matrizes da construção da climatologia geográfica brasileira, reforça o enorme feito de Monteiro para dar cara e corpo à ciência que o colocaria no centro das discussões de clima e clima urbano. Diz Sant’Anna Neto:

além de variada e original, sua produção científica e intelectual foi marcada pela excelência de conteúdo, pelas ousadias metodológicas e pela inovação na forma de ensinar, nenhum dos temas geográficos escapou de sua interpretação,

tanto do ponto de vista teórico-metodológico, quanto dos temas e categorias de análise (SANT'ANNA NETO, 2015, p. 7).

Esse reconhecimento merecido se torna uma referência ao que propôs Monteiro (1976) apud Sant'Anna Neto (2015), pelo que se observa, como objeto de estudo ainda e de sua importância social, justamente quando no Brasil a questão relativa ao aumento de população nos centros urbanos era realidade vivida, que aos pouco se tornaria, a cidade, o principal espaço de concentração, que também se tornaria ambiente repleto de desafios para a sociedade manter crescimento sem se distanciar de orientações que contribuíssem com o convívio no espaço urbano e o quadro natural, que é parte tendo de alguma maneira um sentido de alteração.

Para o autor, não é Monteiro quem inicia estudos sobre o clima no Brasil, porém, é quem consegue captar este como um objeto de forma diferencial e procurando dar tratamento metodologicamente diferente de todos que até o momento abordavam a temática. É a Monteiro que se pode dizer que inova com seus estudos como se estivesse sistematizando a climatologia geográfica dentro de parâmetros que não se desassociavam de relação natural, artificial tocada pela interferência humana. O estudo dirigido foi capaz de valer novos horizontes para a climatologia a partir dele, diferenciando suas análises de pontos que se assemelharam com outros estudos meteorológicos, quantitativos, às vezes, sendo por este olhar que Sant'Anna Neto acrescenta:

Não é ilegítimo, nem exagerado, considerar a obra monteriana como a precursora de uma postura eminentemente científica e original de análise do clima como fenômeno geográfico, por meio de considerar, o ritmo climático, como o paradigma que possibilita uma abordagem da dinâmica climática e suas inferências no cotidiano da sociedade (SANT'ANNA NETO, 2015, p. 7).

Monteiro (1990a) encaminha posições metodológicas de como se deve partir para estudos de clima urbano, fazendo algumas ponderações quanto ao processo. 1) em termos de ideais de sistemática de análise, os resultados confiáveis só poderiam advir de uma série de mensurações realizadas nas quatro estações do ano, às vezes, vários anos. 2) na prática, um experimento deve conter no mínimo dois eventos em estações opostas. 3) a duração de evento dever ser completa no ciclo mínimo de 24h, sendo das 12h às 12h do dia seguinte. 4) as medidas do experimento devem ser referenciadas à observação meteorológica padrão da cidade. 5) no caso de apenas um experimento, ficará claro que o experimento será válido apenas para detectar as variações e diferenças encontradas nos pontos do espaço focalizado.

Essas condições que Monteiro (1990a) descreve como sendo básicas para o desenvolvimento da pesquisa seguem uma configuração para o que ele compreende como análise rítmica, implicando em se perceber que se trata de conceber o tipo climático tomado com as interações que vão dos elementos naturais terrestres e, ou, atmosféricos como do efeito produzido por todo o conjunto de fatores humanos agregados ao espaço habitado e reproduzido constantemente.

Quando estipula a série de dados e de tempos observáveis, Monteiro (1990a) mostra que o estudo não pode ser pautado em resultados que não levem em conta as interações locais, como se analisa a chegada de uma massa de ar, sua ação local e os processos por ela oriundos momentaneamente. Para ele, a análise vai incorporar valores e respostas do ambiente terrestre que estão dentro do ciclo de evolução do tempo local.

Os elementos que dão esse perfil das condições locais têm influência com as características de feições do relevo, já que a análise do interior da cidade deve ser conduzida com a capacidade de revelar um clima da cidade por aquilo que é produto de um fenômeno de transformação de energia dentro de um movimento entre a atmosfera e o ambiente criado pelo homem. Nesse aspecto, é convidado o pesquisador a perceber a razão entre o que existe no local e o que está produzindo de calor através de irradiação com as ondas longas, por exemplo, quando põe em destaque o termo adentrar:

adentrar a cidade para sondar-lhe o clima significa avaliar as alterações ou derivações de propriedades que o ar sofre no interior deste organismo urbano, complexo fato socioeconômico edificado segundo o cabedal tecnológico-cultural da sociedade a partir dos recursos diretos ou indiretos (mesmo remotos) da natureza (MONTEIRO, 1990a, p. 60).

O clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização (MONTEIRO, 1990b). Partindo desse pressuposto, a atmosfera sobre o urbano, movida por alterações locais, pode ser uma espacialização com significado processo de interferência antrópica que é visível em alguns casos, e, em outros, é sentida com efeitos diretos no ar que se diferencia com a intensidade do ponto urbano ou do grau de concentração de poluentes.

Assim a contribuição dos estudos de Monteiro (2009; 1990a; 1990b) não se resume ao nível de compreensão dos fenômenos através da dinâmica imposta por cada, contudo, se tornou muito mais amplo na medida em que adotou padrão de identificação e de correlacionamento desses com a própria estrutura erguida nos centros urbanos. É indispensável desenvolver



estudos sobre o urbano, especificamente na questão de clima sem o levar como referência teórica pela abordagem sistêmica que introduz no campo da geografia climatológica.

Para Zavattini e Boin (2013), os estudos sobre clima e clima urbano encontram significantes contribuições quando lançam mão de trabalho quase didático sobre prática de pesquisa, além da outra contribuição no âmbito da teoria. As contribuições dos estudiosos são enormes em órgãos como o IBGE, que se traduziram em provedores de estudos, pesquisas e de fontes de inestimáveis contribuições de dados às novas pesquisas. É o que se percebe na participação de Lysia Carvalcanti Bernardes e José Veríssimo da Costa Pereira, destaque feito por Zavattini e Boin (2013).

A metodologia para obtenção de dados descreve que nem sempre esses elementos são encontrados em um órgão. Nesse questionamento, são enfáticos em descrever que se trata de tarefa desafiadora ao pesquisador quando expõem que “na verdade, trata-se de uma tarefa que precisa ser mais bem compartilhada com os órgãos (públicos e privados) que geram, armazenam tais dados, bem como com os responsáveis pela divulgação sobre o tempo e o clima no Brasil” (ZAVATTINI; BOIN, 2013, p. 15-16).

## 4. AS TRANSFORMAÇÕES DO ESPAÇO URBANO CAXIENSE

Não é possível compreender imediatamente a estrutura da coisa ou a coisa em si mediante a contemplação ou a mera reflexão, mas sim mediante uma determinada atividade, (KOSIK, 2011).

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA FORMAÇÃO INICIAL DO ESPAÇO CAXIENSE

A cidade onde este espaço é reproduzido já possui mais de um século de sua elevação de vila à cidade, fato dado em 05 de julho de 1836. Sua história é de muitas fases e momentos históricos riquíssimos (SILVA; MELO, 2019). O estudo é realizado no espaço urbano caxiense que está na coordenada de 4° 51'S e 43° 21'O.

Como se propõe uma análise da temperatura urbana de Caxias/MA é necessário que seja transcrito um pouco da transformação desse espaço, que tem sua origem na margem esquerda do curso d'água do Rio Itapecuru, assim denominado por indígenas que habitavam esse particular território maranhense não muito distante do rio onde hoje é chamado de bairro Trezidela (SILVA; MELO, 2019).

O espaço viria a se formar a partir do arco de circulação interiorano com as passagens de pessoas que estavam ocupando novas terras, descobrindo as suas riquezas o que fez desse local um nó de encruzilhadas. É o que se encontra em mapa que ressalta as rotas que conectavam esses pontos habitados por indígenas que fosse se tornar no futuro um lugar de destaque às áreas acima ou a abaixo, monte/jusante. Franklin e Carvalho (2007) mencionam a tal rota de São Luís para outras províncias.

Tribos povoavam a região não por causalidade, já que o interior do Brasil era bastante povoado por esses habitantes. A chegada dos estrangeiros persistentes em domínios, inclusive da gente nativa, não é também singular. Há diferentes povos brancos que ingressaram até a região onde Caxias/MA se formaria. Os jesuítas passam a contribuir com a ligação com os indígenas, inclusive quando estabelecem na localidade uma escola para dá algumas instruções não somente aos filhos dos colonos agricultores e negros que passaram a se instalar nas proximidades das aldeias (MIRANDA, 2010) e àqueles que foram “civilizados” pelos religiosos.

Moreira (2011) reforça essa ideia da formação desses espaços interioranos quando cita as “trilhas de integração” em que os pousos terminam surgindo como forma de apoio logístico.

Eram os traçados por onde andavam pessoas e seus agrupamentos de animais, realizando diversos estabelecimentos de negócios entre idas e vindas do litoral.

Para Miranda (2010), a cidade deve sua gênese sobre um valor de uso para o suprimento de sobrevivência, ou seja, a partir da existência de aldeia ou aldeias que era (eram) encontrada(s) no seu sítio. Silva e Melo (2019) citam a possível localização como referência a 15 jornadas<sup>2</sup> a partir da ‘boca do Rio Itapecuru’, em área cortava pelo riacho Sanharó, afluente da margem esquerda. Acrescenta ainda Miranda (2010)

ao analisarmos quais os sujeitos produziram a cidade e qual o papel que eles representavam no contexto social, observamos que os sujeitos que produziram a cidade foram inicialmente os índios que viviam na região, os portugueses que para aqui vieram como colonizadores e os negros que foram trazidos para trabalhar nas fazendas (MIRANDA, 2010, p. 55).

Os sujeitos que primeiramente deram o início à cidade, de fato, não o fizeram com uma ideia de que ali surgisse espaço geográfico com diferenciações posteriores, a Guanaré<sup>3</sup> era uma organização diferente. A natureza dessa sociedade era, de fato, a fixação de sua existência e reprodução como tal sem outra possibilidade de uso do lugar, por isso que Miranda (2010) fez questão de destacar que a cidade surge com a finalidade de uso do solo, de um espaço mais uniforme como era o do tempo das aldeias.

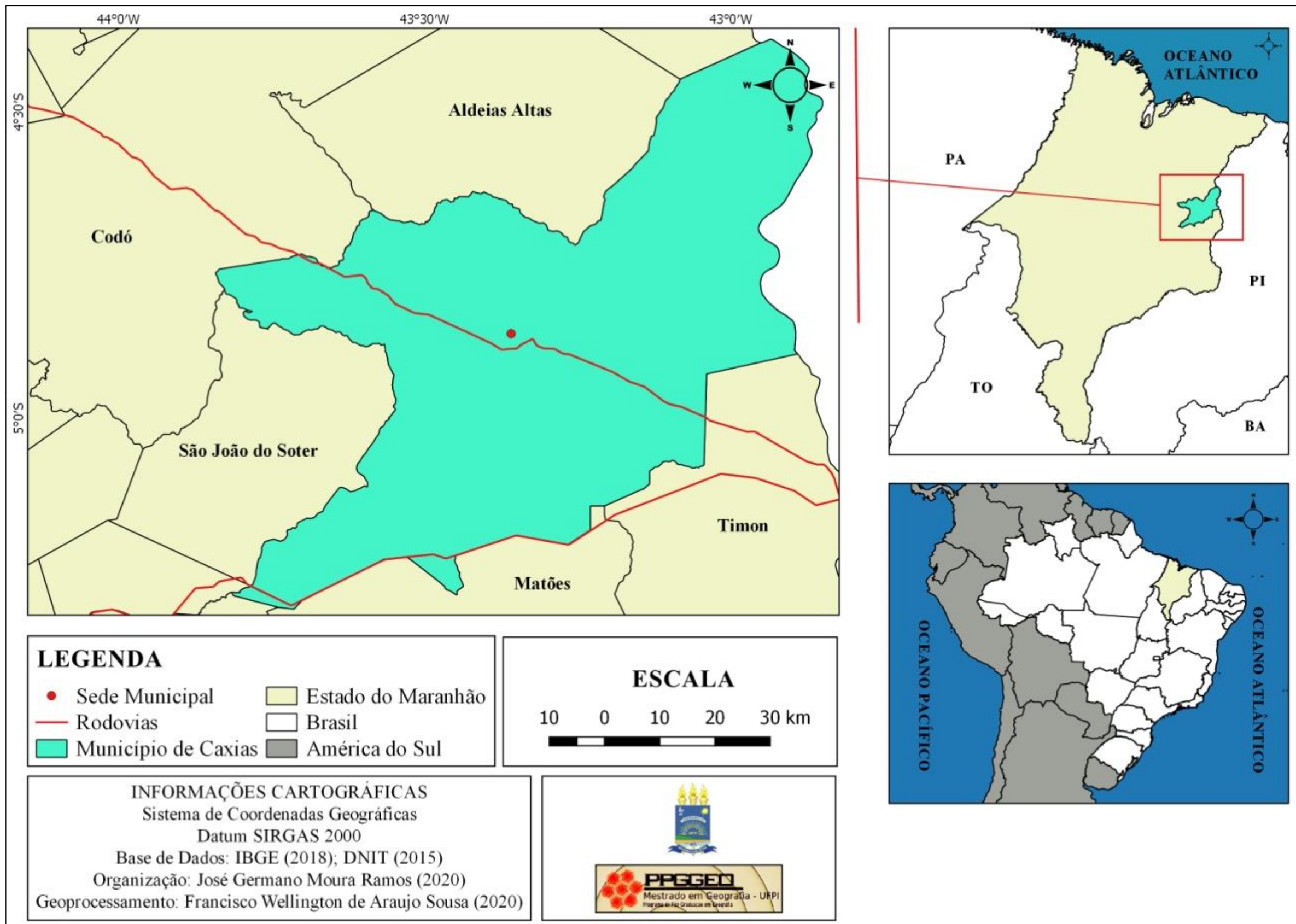
A figura 5 traz a atual dimensão e localização de do território caxiense que se encontra no leste maranhense sendo limitado pelo município de Aldeias Altas (MA) e município de Coelho Neto (MA); ao sul com o município de Matões (MA) e município de Parnarama (MA); a leste o município de Timon (MA) e o Rio Parnaíba e, a oeste seguido pelos municípios de São João do Sóter (MA) e Codó (MA)

---

<sup>2</sup> A jornada como medida de comprimento deve corresponder entre 30 a 40 km cada segundo o site <https://cnalmetrologia.com.br/unidades-de-medida-da-biblia-parte-2/> que designa “jornada de um dia”. Ildeu de Castro Moreira (s/d) em: “A Implantação do Sistema Métrico Decimal no Brasil” disponível [http://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh5/trabalhos%20orais%20completos//trabalho\\_012.pdf](http://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh5/trabalhos%20orais%20completos//trabalho_012.pdf), acesso em: 30 jan. 2021 diz que além da légua, o palmo, a vara há também as unidades de comprimento imprecisas como dedo e a jornada.

<sup>3</sup> Nome dado a tribos, entre outras, que viviam no local, era a que mais se destacava na época.

Figura 5: Localização do Município de Caxias/MA



Fonte: IBGE (2018); DNIT (2015); Org.: Ramos (2020) Geoprocessamento: Sousa (2020)

Contudo, a(s) aldeia(s) que formava(m) esse núcleo estava(m) à esquerda do Rio Itapecuru, ou rio das pedras chatas em significado na língua tupi (MIRANDA, 2010). Não demorou muito para que no século XIX esse curso d'água servisse como via de transporte para grupos que estavam se interiorizando chegassem até a(s) aldeia (s). Conforme Miranda (2010), os portugueses começaram a chegar, logo depois, a chegada de negros para trabalhar nas fazendas instaladas. O povo indígena, segundo Carvalho (2016), mantinha bom relacionamento com os franceses, concorrentes dos portugueses.

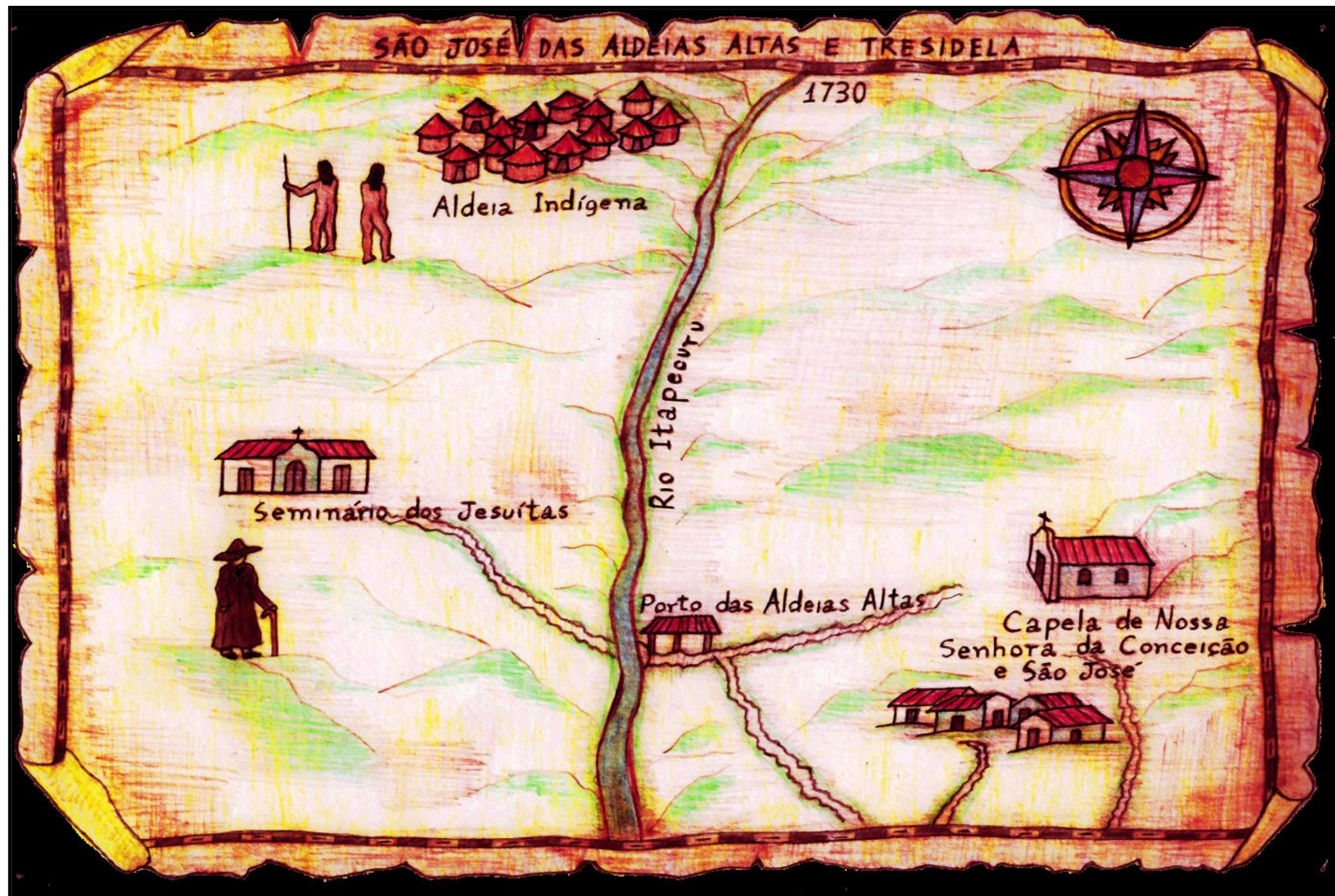
Os ibéricos desenvolveram diferentes relações com os nativos, controlando aldeias e aprisionando seus habitantes sempre levados a São Luís (MA) como escravos. Isso explica também por que Carvalho (2016, p. 47) diz que “[...] com a expulsão dos franceses do Maranhão, em 1615, os portugueses reduziram tais aldeias à condição de subjugadas [...]” posto que a chegada de jesuítas e colonos nas aldeias, essas estavam vazias tendo seus ocupantes migrados para outros locais. Certamente havia alguns morando nos arredores do Itapecuru, pois a própria citação da função do Seminário que Antonio Dias fundara era para atender filhos de colonos e índios.

Com o espaço natural daqueles povos invadido por todo aquele outro grupo de pessoas que chegava, de religiosos a exploradores de terras e também de homens negros, vai-se transformando no que Sposito (2014) denomina de aglomerado. Antes havia um específico modo com vínculos muito parecidos e pouca diversificação de ocupações como esses que portugueses e africanos representam com suas tradições depois.

A figura 6 esquematiza a configuração inicial de como seria o arranjo locacional da cidade ainda em época de existência dos indígenas e das fixações dos primeiros povos que começaram a explorar a área formando aglomerado, dando corpo aos poucos a um lugar em que a produção, a criação de gado juntamente com o rio, como via de deslocamento de pessoas e bens se tornaria um destino para o interior da província.

Os aglomerados indígenas foram aos poucos sendo invadidos e tendo seus membros assediados pelos religiosos e colonos que chegavam. Conforme Miranda (2010), a geomorfologia do meio que viria se constituir na cidade bem depois era circundada por pequenos morros em que o relevo foi talhado perante a atividade erosiva fluvial do Rio Itapecuru, encaixando-o em rochas areníticas as quais os indígenas atribuíam nome de pedras chatas em seu leito.

Figura 6: Representação do espaço inicial de Caxias/MA



Fonte: Sousa et al (2015)

O modo de fazer com o excedente que surgia como característica tinha o sentido de valor de troca dentro da nova organização interna do espaço em que havia comando político-religioso dos fazendeiros e dos padres jesuítas, onde todos estavam em comum convivência, até então, com a caracterização do espaço trabalhado por excelência, isso porque com passar do tempo as referências da vida com suas tradições oriundas de outros centros se materializavam (MIRANDA, 2010).

A evolução espacial ganha força com a agricultura e o gado que se implanta na bacia do Itapecuru e, em muitos casos nas áreas mais próximas desse curso d'água ou de seus afluentes, como cita Costa (2017, p. 347) ao descrever locais com a propriedade “associado às feitorias e casas grandes, as quais se localizavam às margens do rio Itapecuru, caso das feitorias na estrada do Baú, Brejo de São Félix, [...] em áreas próximas a riachos, a exemplo das feitorias na área do riacho do Ouro”. Os novos passos “construir casas, uma estrada” Miranda (2010, p. 56) em qualquer outra benfeitoria já evidenciavam o sentido que o espaço havia sido incorporado, o de valor de comércio, produto de importância ao que se chamaria de mercado.

O interessante no contexto da gênese da cidade se dá com o forte trabalho das fazendas com destaque para a agricultura, como retrata Miranda (2010, p. 57): “o ordenamento do espaço começou com a agricultura. Porque foi com a fixação dos lavradores que o ordenamento se impõe e a partir daí começou a adaptação do espaço aos seus objetivos”, isso porque, sendo a localização desse núcleo que se encaminha para a situação de outra classificação, além da de povoado, a vila por exemplo, em uma área chamada de sertão cujo recorte feito pelo rio também serviu para dispersar criadores de gado, como os que estavam nos gerais de pastos bons. Muitos foram os proprietários que constituíram espaços a partir desse ramo produtivo.

A expressão Sertão para a localidade. Caxias/MA fora renomeada usualmente por seus cidadãos como a cidade do sertão, mas não tão simplório assim. Ganhara um distintivo de “Princesa do Sertão”. Quanto ao adjetivo “Princesa do Sertão”, para Carvalho (2016) foi um sacerdote que cunhou a distintiva frase como “A Princesa do Sertão Maranhense”. Teria ocorrido no ano de 1858 sob um dos mais expressivos monumentos religiosos da cidade, a Igreja de São Benedito, erguida no centro da cidade. Dentro desse processo que lhe dá conotação para além do que seria reconhecida como cidade pelo vocábulo que também, para alguns autores, foi derivado a partir de uma área portuguesa na própria Europa, não tendo essas questões definidas quanto ter recebido o nome atual em referência a topônimos diferentes como Aldeias Altas, Caxias das Aldeias Altas.

Sua supressão a um topônimo simples é igualmente reconhecida não apenas no próprio estado do Maranhão, mas em lugares distintos desse território e de outros países. A incorporação de um adjetivo como cidade do Sertão faz imaginar a importância que a terminologia possuía dentro do território e ao mesmo tempo uma maneira de distinguir daquelas que eram do litoral.

Antonio Filho (2011), em um trabalho sintetizador sobre a palavra Sertão, discorre sobre o que essa terminologia assumiu em distintos momentos históricos e que sua ampla utilização se identifica como uma das muitas heranças deixadas pelos grupos de exploradores do nosso território. Segundo o autor, a expressão não é de origem local, mas, de um uso dos portugueses que já identificavam certos espaços por nomes que variavam na sua grafia, ora Sertão ou Certã. Antonio Filho (2011) sugere que em Portugal havia uma vila chamada de Sertã, essa vila por característica está em uma região de terra seca, pouco fértil. Por época das grandes navegações, a expressão Sertão servia também para região ou área indefinida.

Para Amado (1995), Sertão, mesmo após cinco séculos da chegada dos portugueses, permanece sendo palavra que identifica parte do Brasil e, que essa mesma região sem ela, se esvazia em sentido. Mas, a questão sobre Sertão é muito folclórica no sentido de estar possivelmente ligada a outros sentidos dados pelos portugueses que já a utilizavam e nos deixou como parte da herança da língua portuguesa. Segundo ainda Amado (1995), a expressão pode ter origem na corrupção da expressão “desertão” e que Sertão ou Certão seria extraído da expressão desertão.

Para Amado (1995), o emprego no Brasil de Sertão era comumente utilizado até por viajantes que visitavam o Brasil e, para eles já representava áreas despovoadas do interior do Brasil. Na Europa portuguesa era visto para distinguir espaços habitados, reconhecidos a outros de longe, vastos e desconhecidos (AMADO, 1995). Tanto Amado (1995) como Antonio Filho (2011) concordam que a expressão Sertão é de origem europeia, não tendo como criação os brasileiros que até hoje a utilizam para determinar certa região.

De certa forma a expressão como fora colocada por Amado (1995) e Antonio Filho (2011) está dentro de uma questão de escala, de tamanho e localização para dar outra visão sobre lugares que não estão nos principais espaços que assumem funções centrais. Nesse sentido, o uso da expressão Sertão neste trabalho será sempre como referência a determinado lugar diferente, centro de um espaço; área mais afastada de outro que não é interior, área pouco habitada com organização formada a partir da penetração de pessoas com interesses em constituir novos espaços.



A cidade, como as demais brasileiras professava grande sentimento religioso, visto que em um espaço de pouco tamanho para época se encontra quatro templos, traduzem a continuidade da cultura europeia na formação social e econômica, unindo os dois segmentos ao povo que se formava. A própria origem quanto espaço geográfico formado por europeus, por aqueles que não eram nativos, já retrata a cidade como uma construção inerente à questão de crença. A religião funde o espaço e este se confunde com sua existência, suas orientações (COUTINHO, 2005; MEDEIROS; ARAÚJO, 2014).

Como meio que era habitado por povos nativos, o papel dos religiosos juntamente com os demais ocupantes desse meio foi de desenvolver a relação de convivência, de estudos, sejam catequéticos ou de saberes da língua, de instrução aos índios e filhos de colonos que serviu para fortalecer a primazia da religião na área conquistada junto aos índios. O fortalecimento das atividades por um lado dava aos poucos os caracteres de formação de um povo novo, promissor com as terras, visto que também estava entre região rica em metais preciosos como Goiás e Pará. A cidade repete o que outros centros como Salvador (BA) fizeram ao construir muitos templos não tão distantes entre si.

Demonstrando desde sua gênese, Caxias/MA se mantém numa condição de destaque. Silva e Melo (2019) mencionam já do início a influência que o povoado adquiria com a implantação de um Seminário que tinha por objetivo instruir filhos de colonos e índios. O fato também chega ser registrado por Medeiros e Araújo (2014), tendo sido, segundo os autores, obra do padre Antonio Dias. Silva e Melo (2019, p. 93) assim expõem: “podemos considerar que, com o passar dos dias, não se tratava apenas de um aldeamento rudimentar e passageiro, mas um Seminário que prestava grandes e relevantes serviços à comunidade local, como também do Piauí e dos sertões, e, ainda vindos de Goiás”.

O percurso que o aldeamento, depois arraial, segue na fixação do espaço de uso formando o conjunto de condições para a expansão, não segue bem entre os atores religiosos e colonos que exploram não somente a terra, mas índios e outros que estão sob seus poderes (SILVA; MELO, 2019). As narrativas dão conta de que a dualidade Itapecuru e as trilhas que ligam o povoado às demais partes do Sertão são os fatores que impulsionam a localidade conforme se observa na figura 7.

O interior era trilhado por todos que se deslocavam entre os diversos lugares que existiam no vasto território que não eram cunhados de sertão. Ligações de trilhas passadas pelo Parnaíba, davam certas para Bahia e Pernambuco como rotas que Mílson Coutinho (2005) cita como registro feito pelos viajantes Spix e Martius, dando conta de que já havia o cultivo, entre outros, do algodão que mais tarde lhe dará impulsos maiores como centro produtor e

comercializador, exportando até a Europa. O registro de Coutinho (2005) menciona inclusive a quantidade de lojas existentes (20), ofertando produtos de boa qualidade e variedades.

Franklin e Carvalho (2007) lembram que o interior do Maranhão era uma província enorme, tinha muita dificuldade em ser assistida, e, que até o início do século XVIII o povoamento se dava principalmente no litoral e na bacia do Itapecuru, especificamente em suas margens no curso abaixo de Caxias/MA.

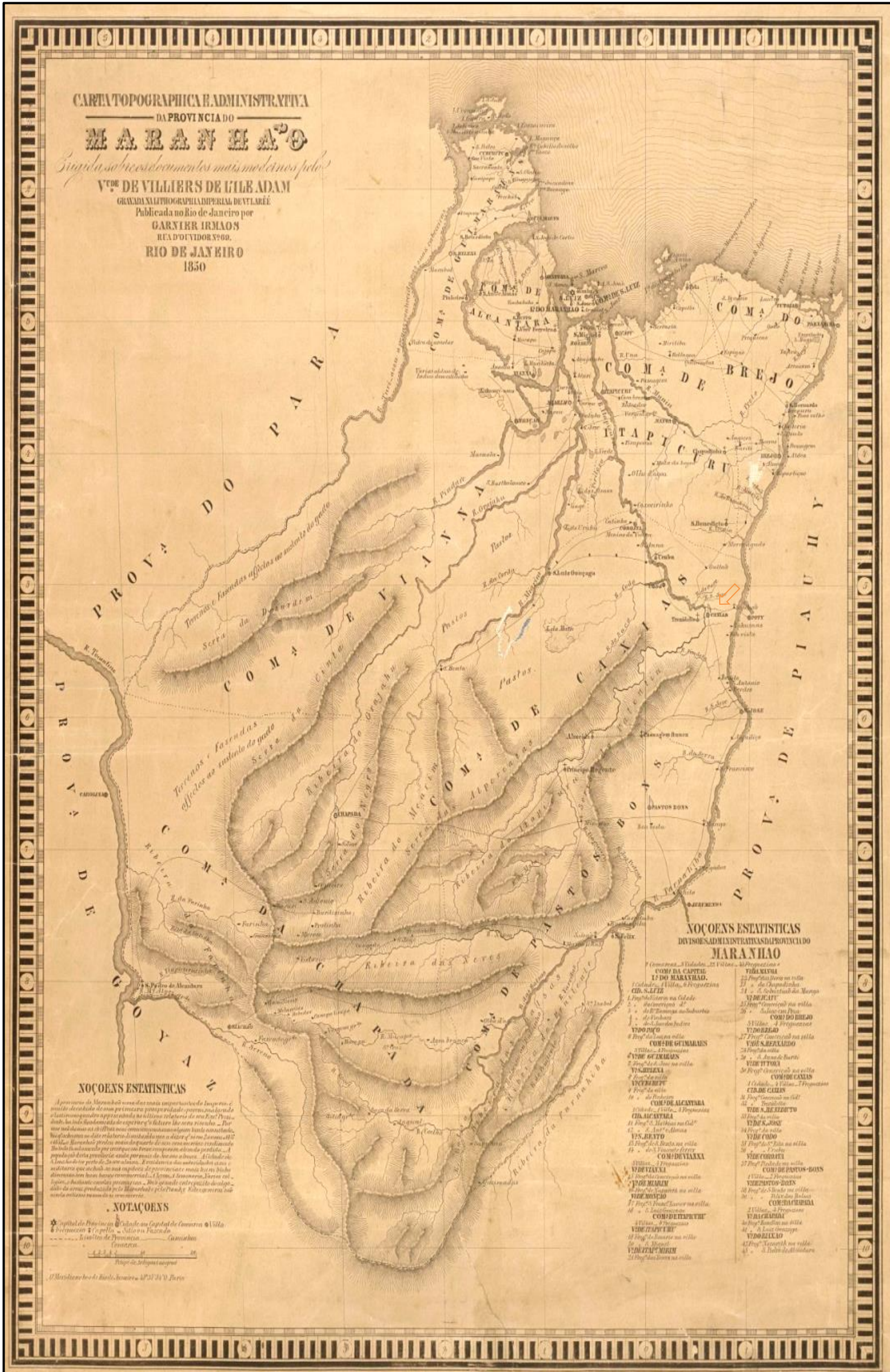
Conforme a carta cartográfica, figura 7, do século XIX, pode-se observar que o interior da província já contava com uma malha de locais até o sul da província, sendo que essa ocupação de áreas se constatava mais pelo segmento leste, entre o Rio Itapecuru e o Rio Parnaíba com tronco em Caxias/MA como ponto de ligação entre rota do Piauí, com destinos a São Luís e a região do Tocantins e Pará. A passagem dos naturalistas Spix e Martius, por volta de 1819, evidencia a rota como um destino ou origem (Caxias/MA) como um importante local (MEDEIROS; ARÚJO, 2014), sendo reforçado conforme:

A estrada do sertão começava na vila das Aldeias Altas (Caxias), onde terminava a parte navegável do Itapecuru, rumando-se ao Parnaíba, que era atravessado na Passagem de Santo Antonio, onde fica hoje a cidade de Timon. Daí seguia-se para Oeiras, Jerumenha e Parnaguá; depois para o rio Preto, serra das Mangabeiras ou Jalapão, entrando em Goiás já em São Jose do Duro, na divisa com a Bahia (FRANKLIN; CARVALHO, 2007. p. 58).

Se as duas referências iniciais que se destacavam na construção espacial tinham papéis decisivos, os religiosos contavam com mais privilégios, o que fez ou forçou a saída dos mesmos no início do século XVIII (SILVA; MELO, 2019). Sobre o Seminário, Medeiros e Araújo (2014) dizem que o mesmo fora administrado até 1758 por Antonio Dias, sendo em 1760 preso e deportado. Com essa situação provocada por Pombal, que implanta a retirada dos jesuítas do Brasil, muitos livros e escritos desses religiosos foram incendiados, deixando o local por cerca de um século sem nenhum ensino (MEDEIROS; ARAÚJO, 2014).

Por Caxias/MA está em um traçado importante na época em que o interior do estado do Maranhão não havia comunicação terrestre além de trilhas, esse traçado composto pelo Rio Itapecuru. O Nordeste se ligava por terra e aos poucos povoados e vilas. Moreira (2011), no tocante às trilhas do gado, faz saber que no Nordeste essa expansão ocorre com duas vertentes que introduzem o gado sendo uma pelo litoral chamada de direção “sertão de fora” a partir de Pernambuco, outra direção por “sertão de dentro” com o gado tendo origem entre Bahia e Pernambuco.

Figura 7: Rotas interiores ligando-se a Caxias MA



Fonte: [http://objdigital.bn.br/acervo\\_digital/div\\_cartografia/cart533095/cart533095.html](http://objdigital.bn.br/acervo_digital/div_cartografia/cart533095/cart533095.html) (2020). Alteração [seta] Ramos (2020)

O vale do Rio São Francisco se torna destino a montante com o gado pernambucano pela margem esquerda e o baiano na outra margem. No século XVII, ao seu final o interior do Nordeste é povoado com a migração feita pela atividade pecuária. Para Moreira (2011), o retorno do criador de gado para abastecer os centros do litoral, trilhas e povoados vão se multiplicando e construindo esse canal de ligações que interligam as fazendas também.

Com a fixação de pessoas no interior através do movimento do gado e da agricultura, como o caso da formação do espaço caxiense que tem nos jesuítas e colonos, a agricultura era um foco local, necessitava de uma rede de ligação e de algum meio para suprir essas pessoas de produtos necessários não produzidos nas bases, além de rios como o caso caxiense que o Itapecuru servia de elo, as rotas com as tropas de animais e os tropeiros criam um circuito de idas e vindas do litoral-interior-litoral.

O número de animais que chega a compor as tropas varia de 7 a 300 (MOREIRA, 2011), que transportam do litoral a diversidade como roupas, utensílios metálicos, louças, armas e alimentos. Entende-se assim que mesmo entre os séculos XVII e XVIII, já havia mais de um meio de abastecer os lugares chamados de sertão, do interior que iam concentrando mais e mais pessoas, desenvolvendo não apenas a atividade de criação de gado, contudo outros como a agricultura de subsistência.

O Rio Itapecuru aumentava o poder local quando por ele grandes volumes chegavam e saíam com destino a São Luís do Maranhão. Berford (1810), em relatório<sup>4</sup> sobre algumas partes da Província do Maranhão a S. A. R. (Sua Alteza Real), descreve o que de fato constitui o Rio Itapecuru ao poder econômico com sua condição navegável em grande parte de seu curso, principalmente até após São José das Aldeias Altas, como Caxias/MA foi chamada também antes de se tornar vila, conseguindo fazer a integração do vasto interior com a capital São Luís-MA. Por ele circulava riqueza, promovia a mesma com seu volume de água e por apresentar poucas cachoeiras.

---

<sup>4</sup> Enquanto à navegação do Rio Itapicuru para o Arraial, Ella he a melhor que se pode considerar. Não he de hoje, ou de poucos anos o pleno conhecimento que há, de que este rio he, e com verdade, o canal por onde se exportão as maiores riquezas, e fundos da Capitania do Maranhão, ao passo que se faz a sua navegação prezentemente livre de todo, e qualquer risco, segundo se vê, e mostra do Roteiro, ou Itinerario da minha Viagem, onde se observa ser o rio na maior parte abundante d'agoas, largo, bordado de hum, e outro lado de bellas, e interessantes matas, e finalmente sem caxoeira que impeça, ou torne arriscada, e perigoza a sua navegação, por isso mesmo que havendo nelle algumas, essas facilmente se passão a salvo, huma vez que haja cautella nos praticos (BERFORD, 1810, p.15) (grafia conforme o português da época).

#### 4.2 MARCAS DA ATIVIDADE ALGODOEIRA EM CAXIAS-MA

A cidade quanto espaço urbano foi reconhecida como tal a partir de 05 de julho de 1836 será uma história de realidades locais criadas em suas atividades comuns do campo no cultivo de produtos que atendam a demanda local, como daqueles que serão encaminhados para outros mercados, bem como, da criação de animais que não fugira à regra do que acontecia no interior o Brasil nos chamados sertões. Este comércio fomentará transformação no espaço, no modo de vida de sua gente e no poder para alguns e ao próprio lugar. Surge o ambiente que ora tem interesse por essa pesquisa sobre a temperatura interna resultante de todo este processo de formação.

Mantendo contato com centros onde a explosão industrial estava a todo vapor, terá um ciclo econômico que deixará marcas permanentes fisicamente ou no corolário, registradas e tecidas na memória de seu povo. Pode-se utilizar a expressão usada por Santos (1988) metamorfose do espaço, ou, como o enrugamento (SANTOS, 2012) que estão presentes ainda hoje em todo o conjunto do patrimônio urbano e, das culturas imateriais que engrandecem o lugar.

A ligação de Caxias/MA com a Europa certamente é feita através de seus descendentes, com os filhos destes que encontram naquele continente a escada para estudos e promoção do nome da cidade posteriormente. Muitos caxienses são lançados pelo Atlântico como Antonio Gonçalves Dias (1823-1864) rumo à Europa. O tempo das transformações de espaços em todos os sentidos estava em plena ebulição fazendo com que aquele pequeno enclave no chamado Sertão maranhense, à beira do Rio Itapecuru logo fosse contagiado com as novas condições adquiridas de alguns e da própria configuração do espaço urbano com construções residenciais, fábricas, fluxos e vias hoje centrais exibindo as marcas de seu passado.

Pessoa (2009) chega a mencionar o tamanho da influência que Caxias/MA fora submetida levando a uma desastrosa adaptação e de distanciamento de identidade ao tentar reproduzir um espesso modelo de cultura europeia como uma realidade que encontrasse sustentação igualmente aos valores culturais natos, a cidade com esse advento da instalação de indústrias fabris no seio social abastado chega a incorporar um pseudônimo inglês conforme é visto.

É na tessitura de um mosaico específico, constitutivo da realidade de Caxias, que enveredamos, particularmente nos discursos e práticas que se associaram ao fabrilismo têxtil só século XIX, aspecto este que contribuiu para uma ressignificação do sentido de urbanidade nessa cidade, naquele período histórico. Nesse sentido, questionaremos como esses discursos, encampados pela elite caxiense e defendidos exaustivamente por uma elite letrada, através da imprensa local, contribuíram para subjetivação de um “novo” caxiense, como também objetivaram uma “nova” Caxias, nomeada euforicamente de a Manchester Maranhense” (PESSOA, 2009, p. 30)

Esse sentimento de incorporação de hábitos estrangeiros era grassado pela representação de membros de famílias com alcance econômico não havendo certo limite de incorporar estilo de consumo de lugares distantes. As senhoras madames desfilavam suas referências da moda europeia como nos diz Miranda (2010, p.59) “nessa época, Caxias mantinha uma comunicação intensa com a Europa. A moda acompanhava os últimos modelos franceses. Importavam produtos manufaturados, gêneros alimentícios, medicamentos e bebidas alcoólicas”.

A cidade através de parte de sua população sentia-se dentro de maiores possibilidades, pois, possuía via a relação comercial com o continente europeu uma forma de intensificar seu crescimento econômico o que até certo ponto ocorreu em curto período. Deu uma falsa sensação de que estaria com a ligação econômica no rumo certo, já que aqui se produzia um algodão que encontrou mercado com sua qualidade e circunstância temporal.

Este tipo de sentido de comportamento demonstra um legítimo pensamento europeu que repousa em muitos caxienses. Como diz Pessoa, (2009) havia apoio de um segmento local muito representativo da cidade que foi o de pessoas ligadas a literatura, a imprensa de modo geral. A cidade já começava ganhar reconhecimento através de seus filhos. Esse esplendor vivido em Caxias/MA segundo Pessoa (2009), de opulência já vinha de bem antes do período da transformação da produção local.

Em Caxias, os discursos acerca da “opulência” reportam-se ao período em que a cidade constituía o Arraial das Aldeias Altas e onde práticas agrícolas, desenvolvidas por seus habitantes, notadamente o algodão, ganhavam dinamismo e visibilidade através da criação atuação da Companhia de Comércio do Grão-Pará e Maranhão, fundada em 1775, pelo marquês de Pombal (PESSOA, 2009, p. 31).

Certamente o que ocorre neste lugar é que a cidade teria mais dias de desenvolvimento. De arraial, vila e à cidade que nos anos do século XIX promove alterações no modo de vida das pessoas que habitavam o lugar. Pessoa (2009) dá ciência de como era o entorno do núcleo

urbano com a prática agrícola ganhando destaque para a produção do algodão. Essa região do Itapecuru consegue se destacar muito fortalecendo-se com o advento da criação e atuação da Companhia de Comércio do Grão-Pará e Maranhão. Medeiros e Araújo (2014) também fazem destaque a este momento, no século XIX, pois conforme os autores, após lutas pela independência e internas, Caxias/MA entra em um período de estabilidade política no final do século XIX e começa a crescer com mais intensidade, como.

Passa a condição de referência comercial da região do Piauí e Maranhão, acumulando riqueza e poder. A cultura do algodão, arroz e aproveitamento do babaçu entre em escala maior, dando origem a grandes fábricas como a União Têxtil Caxiense, fundada em 1889, que chegou a produzir um milhão de metros de tecidos por ano. Surgiu outras indústrias transformando a cidade em produtora de manufaturados (MEDEIROS; ARAÚJO, 2014, p. 32).

Pessoa (2009) desenvolveu trabalho destacável sobre a cidade da segunda metade do século XIX mostrando o grau de representatividade que a cidade havia alcançado no Sertão maranhense. Quando se diz que a cidade mesmo erroneamente ostentou valores de cidades europeias, fez ser reconhecida com uma burguesia que não poupava transparecer uma condição ímpar e poderosa com esse princípio de formação de uma elite agora envolvida com a transformação de estrutura para alguns com a indústria têxtil que aos poucos tornava realidade na vida de todos de algum modo.

Assim se observa “Caxias, embora localizada nos sertões maranhenses, passava a ocupar uma posição de destaque na estrutura econômica e social da província, somente inferior à capital (PESSOA, 2009, p. 32)”. Não se nega o que representou o apogeu, os auspícios locais, mas, todo esse movimento gerado pela cidade da *belle époque* foi geradora de consciências mais distintas, pessoais com toda visão de que esse capital agora daria poder, status e personificações e crescimento pessoal tal como visto na Europa onde a inspiração era ponto de início como Souza (2016) relata um olhar de como a cidade tinha chegado a outra realidade.

Segundo a visão de mundo dos líderes do folhetim, Caxias tinha-se tornado uma cidade demasiadamente materialista, uma cidade mercenária, uma cidade embrutecida pelos interesses imediatos da vida concreta, pela busca do lucro, pela fome de riquezas (SOUZA, 2016, p. 31)

A velha cidade que tinha apenas a vida movida pelo comércio, pelo campo com o arroz, algodão e outros gêneros se reinventa com novos ares onde a burguesia está empoderada com o que é possível alcançar na nova fase vivida. Isto não significa dizer que até a fase pré-industrial da cidade, o capitalismo que funcionava não fosse um instrumento causador de conotações marcantes quanto relação social já que a mão de obra era escrava reproduzindo o mesmo aspecto além da dominação humana.

Sposito (2014) diz que a evolução da cidade para um aspecto urbano mais diferente de um período feudal, não pode ser deixado de integrar nesse olhar a penetração e funcionalidade do modo produção capitalista como fator que realmente modela todo o processo urbanização, “a cidade nunca fora um espaço tão importante, e nem a urbanização um processo tão expressivo e extenso a nível mundial, como a partir do capitalismo (SPOSITO, 2014, p. 30)”.

O que se constata com Souza (2016) fica evidente no que a cidade foi sendo transformada com todo esse princípio de nova realidade produzida com a instalação de fábricas de processamento de algodão como para Sposito (2014), a função dentro da cidade é o que impõe ritmo, transformação, mudança, entende-se que na medida em que a cidade adquiria mais funções ganhava novo aspecto, nova tendência de alterar ideias e ritmos das pessoas. A função nova que começa aparecer com a indústria atrai, entusiasma pessoas que inicia a concentração da produção em cidades.

A Europa viu este processo ocorrer de maneira mais lenta, no Brasil ele não seguiu a mesma proporção dando às pessoas um sentimento de supervalorização de uma técnica que não aquela cuja tradição é dominante. Neste sentido, pode ser visto como uma das formas mais acentuadas da exploração com a predominância de oferta de mão de obra maior, além da capacidade de possibilitar pouca valorização individual.

Neste processo de implantação das atividades secundárias, aparecem nomes de tantos que adotaram a cidade como sua e daqueles filhos que ousaram empreender aparecem como protagonistas de um período que pôs a cidade num processo de intercâmbio de novas tecnologias e expectativas entre parte dos caxienses. Neste aspecto, para Guimarães *et al.* (2010, p. 26) “contribuiu para a elevação do parque industrial têxtil no Norte e do Nordeste do Brasil nos idos séculos XIX e XX, o que culminou com os seus últimos vinte anos de idade, até a sua morte”.

O trecho descrito é uma referência dos autores ao Sr. Cândido José Ribeiro (1857-1933) caxiense que foi descendente de comerciante e a mãe não especificada função, viaja para a Europa, Lisboa (POR) e depois a Inglaterra, com objetivo de estudos inclusive comerciais. Sua



formação superior será em áreas de comércio internacional, finanças e engenharia industrial têxtil obtendo especialidade em linho e algodão.

Certamente a participação de Cândido Ribeiro nesse processo de modernização caxiense, nas suas pretensões de tornar o centro urbano interior mais importante do Maranhão ganhou destaque. Sua iniciativa de produzir na cidade juntando a produção local, de outros espaços, o algodão, é visível com as instalações montadas mesmo não tendo sido Cândido Ribeiro o pioneiro na construção das fábricas em Caxias/MA, cabendo esta iniciativa a Francisco Dias Carneiro a quem é dado como o genitor deste processo no Maranhão a partir de Caxias (PESSOA, 2009; NEVES, 2019).

A produção algodoeira não desmente como se observa que no ano de 1956 Caxias/MA já produzia tecido de algodão com 4.796.282 metros; fio de algodão 228.976 quilogramas; sacaria de algodão 445.619 (FERREIRA, 1959), parte deste algodão pode ter origem também do Piauí conforme se encontra em Lima (2016, p.105) “é crível que parte da produção piauiense tenha sido exportada sob a marca de outras províncias. Além, o aumento do consumo de fibras, na segunda metade do século XIX, em Teresina e em Caxias (MA) manteve durante algum período [...]”, não devendo ter sido em maioria daquele estado.

O município apresentava sinais de progresso através de sua representação produtiva que não estava limitada a algum produto. Na década de 1850 a 1860, Caxias/MA entre outros municípios maranhenses, constava em classificação conforme Ferreira (1959) como a primeira cidade na produção de couro com 10.000, sendo que não consta a unidade de medida. O município caxiense devia ter grandes negócios envolvendo a criação de gado em seu vasto território destacando-se na venda de couro. Esta estatística reforça a variedade em que o campo caxiense se encontrava para além de culturas já mencionadas e revisitadas de caráter econômico muito forte.

Ferreira (1959) destaca a contagem populacional de 1950 com 107.347 habitantes no vasto território caxiense. O censo demográfico acusou 86% de residentes no campo. Do total de 92.902 (86%) que estava no campo ocupava-se com atividades de lavoura e extração de amêndoas de babaçu em que chegou à quantia de 148.371 toneladas no ano de 1956.

Quadro 2: atividade extrativa mineral de Caxias/MA - 1956

<b>Produto</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidades de medidas</b>
Calcário	555,6	Toneladas
Cal pedra	466	Toneladas
Telha barro	233	Milheiro
Tijolos alvenaria	330	Milheiros
Ladrilhos	18	Milheiros
Quartinhas	01	Milheiro

Fonte: Ferreira (1959) Org.: Ramos (2020)

Para o município caxiense que despontava como um importante centro interiorano, sua produção diversificada retratava o uso da terra como o próprio Berford (1810) já evidenciava ainda no começo do século XIX com o relatório *Roteiro e Mapa da Viagem da Cidade de São Luiz do Maranhão Até a Corte do Rio de Janeiro* produzido com a finalidade de inventariar o uso das terras e obter noções da produção nela empregada, tendo descrito a existência de fazendas nas mediações do então arraial de São José das aldeias Altas.

Guimarães *et al.* (2010) citam como de fato a cidade teve um ar de prosperidade quando relatam que foram tempos sem desemprego, menos miséria e de pouca criminalidade já que a cidade incorporava o tipo industrial da Revolução Industrial promovida a partir das cidades inglesas de Londres e Liverpool. Aqui se incluem os dois centros europeus além de Manchester que será simbolicamente um espelho à época para muitos caxienses.

A questão no Brasil do final da escravidão gera condição local com transformações da produção e do meio rural como aparece com Guimarães *et al.* (2010, p. 39) que chegam a narrar que por volta de 1888 um sentimento de liberdade com a Lei Áurea, “houve uma verdadeira explosão de ânimos e euforia geral que incluía a queima de fazendas, destruição de plantações e obras diversas pelos ex-escravos” tudo como um momento de superação do drama pessoal em que viviam, porém, iniciando outro que se revela na falta de lugar como homens e mulheres livres e de emprego, a ordem social caminhava para nova condição.

A segunda metade do século XIX é para Caxias/MA os 50 anos mais inspiradores do ponto de vista da capacidade de aporte de iniciativas empreendedoras principalmente a partir dos anos 1870 quando muitas discussões a respeito da cidade são postas no convívio político isto porque neste momento a cidade já havia conquistado grande reconhecimento não apenas dentro do estado, mas em vários outros estados também (MEDEIROS; ARAÚJO, 2014), encaminhando suas condições futuras para nova fase que dará ao município destaque com a instalação de fábricas têxteis por Francisco Dias Carneiro e sócios (CARVALHO, 2016).

O final dos anos 1800 foi bastante agitado com transformações que atingiram todas as províncias brasileiras e, ao mesmo tempo, gerador de incertezas e crises. Guimarães *et al.* (2010) mostram que a libertação dos homens e mulheres escravos(as) a pouco de se chegar ao final do século, juntamente com a queda da monarquia em 1889 foram episódios que se pode dizer de alteração de estruturas nacionais como a liberdade conquistada pelos trabalhadores negros mexeu com a grande quantidade de aristocratas que via sua riqueza (número de escravos) perder valor ou desvalorizar-se oficialmente.

Com a chegada da monarquia outro problema se agrava no município que tinha na cidade comunidade portuguesa muito numerosa, rica e influente, houve um momento de reorganizar as atividades, os negócios e a produção algodoeira teve queda e todas as relações dessas culturas foram colapsadas por certo período (GUIMARÃES *et al.*, 2010).

Sposito (2014) no tocante à industrialização e urbanização sugere que se analise a relação entre o ato de produzir com a indústria e o processo que se agrega a isto subscrito de industrialização que aparece no contexto de todo o processo de transformação dos recursos naturais em mercadorias. Para a industrialização há um processo que se predomina a atividade industrial sobre outras atividades econômicas. O que começou a se formar em Caxias/MA foi uma pequena sobrevalorização da nova relação produtiva que se materializa na figura do processo fabril em que se torna um diferencial no contexto da divisão do trabalho, do uso da terra além da ocupação da mão de obra.

Canêdo (1994) toca na questão quando diz que uma das primeiras características da economia industrial que difere é o fato de que a indústria afeta o campo não apenas com a exigência maior de matéria-prima, por conta da remoção de mão de obra desqualificada para este tipo de trabalho, também além da alteração da questão fundiária em si, como o que ocorreu em Londres na metade do século XVIII, com a saída forçada das pessoas do campo indo para as cidades.

Em Caxias/MA, a realidade era outra no processo de industrialização. O campo estava rendendo a alguém. Havia uma concentração grande de pessoas, porém, dentro da estrutura do sistema de trabalho escravo. Além de não ser qualificado a outra atividade, o escravo não tinha o poder de endividamento comercial movido pelo salário ou ganho obtido através do trabalho realizado. Neste caso, como ocorreu também no início da industrialização inglesa, a indústria têxtil caxiense utiliza mão de obra feminina como preferência em números, como se descreve.

Contudo, no período de sua implantação, apenas uma minoria da população estava empregada nas atividades urbanas, cerca de 2.921 habitantes, sendo que 5.684 dos habitantes encontravam-se sem ocupações fixas. [...] desde então, foi dado início as primeiras contratações de operários. A Fábrica Industrial Caxiense proporcionou 350 empregos, dos quais 245 foram preenchidos por mulheres. A Companhia de Fiação e Tecidos União Caxiense fundada em 1889 foi a segunda fábrica instalada na cidade proporcionando 300 empregos, dos quais 185 foram preenchidos por mão de obra feminina (PEREIRA, 2010, p.31).

Esta realidade já era movida pelo sucesso que a produção algodoeira promovia à cidade naquela época como um centro importante com seus mais de 24.302 habitantes, o segundo maior núcleo urbano do Maranhão desde a fase colonial em que modelava seu espaço urbano constantemente.

#### 4.3 CAXIAS/MA A PARTIR DA SEGUNDA METADE DO SÉCULO XX

O pós-Segunda Guerra Mundial é um período de redefinições de ordem internacional que mais tarde impactará a cidade promovendo rearranjos das localizações geográficas e do quanto os espaços teriam suas influências dentro do contexto regional, nacional ou externo como é o caso para Caxias/MA que começa sentir o declínio das atividades fabris influenciado pelo também cenário das exportações. Neste aspecto, há notória ascensão urbana provida pelo amplo comércio da cadeia cotonícia que gerara transformações na estrutura urbana como destaca Pereira:

Caxias atinge um considerável auge de desenvolvimento no final da década de 1940 [...] o crescimento urbano e as novas construções (residenciais e comércios) representavam a ansiedade pela chegada do progresso. E a Indústria Têxtil era a maior representante desse desenvolvimento em Caxias (PEREIRA, 2010, p.33)

Como é citado por Pereira (2010), o auge do sonho caxiense ocorreu ainda da quarta a quinta décadas do século XX vindo depois, começar a declinar em virtude de um cenário que envolveria a questão de conjuntura nos vários níveis de escalas, dos nacionais e internacionais. É o que Bezerra e Silva (2010) expõem quando colocam a realidade já encontrada quanto a perspectiva local no ciclo do algodão e da pujante iniciativa fabril implantada no interior do Maranhão. “A década de 1950 foi um período em que agravou-se o processo de decadência da indústria têxtil caxiense, dada à concorrência fabril da região Sudeste, além da alegada situação de falta de modernização dos equipamentos fabris (BEZERRA; SILVA, 2010, p. 124)”.

A partir do declínio da atividade industrial se conseguiu envolver setores sociais e investimentos por um período de 60 a 80 anos à cidade como segundo núcleo urbano de maior importância politicamente (BEZERRA; SILVA, 2010) mantendo suas expectativas no comércio local, agricultura e pecuária ambas de subsistência, sua maioria, além de relativo papel dado ao beneficiamento de origem vegetal.

O babaçu vai manter a produção de vários derivados sem contar com o óleo comestível extraído para o consumo humano como a força econômica. Neste pós-declínio, essa reinvenção local é movida por essas relações econômicas juntamente com o crescimento de serviços públicos dos três níveis da esfera governativa.

Na cidade se viu crescer seu espaço urbano com a chegada de muitas pessoas do campo formando novos espaços esticando a malha urbana além do tradicional centro e bairros como o Cangalheiro. Algodão, babaçu, arroz, feijão e milho constituíam o básico que a produção local mais representava com outras como fruteiras e a mandioca. O município com vasto território, conseguia atrair esta produção e o resultado da extração da amêndoa do babaçu justificando pela presença de muitas usinas de beneficiamento na cidade como se pode observar em Nunes e Galves (2016).

Nunes e Galves (2016) desenvolveram trabalho sobre um dos principais produtos da agricultura caxiense. Merece esse destaque à produção de grãos já que essa atividade-base contribuiu muito com a riqueza do município ainda que o cultivo agrícola local permanecesse na condição de cultura de subsistência, altamente ligada ao ciclo anual de chuvas, portanto, capaz de produzir em poucos meses. Os autores fazem destaque também para o arroz como um dos produtos que movimentou a riqueza em algumas décadas do século XX. Afirmam:

Caxias traz consigo traços de desenvolvimento e importância no que se refere a sua economia e produtos agrícolas merecendo aqui destaque o arroz, elemento que por várias décadas sustenta a cidade no aspecto econômico, devido ao seu largo consumo e como artigo de exportação para outras províncias, depois, estados, brasileiros (NUNES; GALVES, 2010, s/p).

Esta característica de Caxias/MA como centro produtivo de grãos além de outros produtos, a manteve ainda dentro do referido século como grande centro urbano que atraía compradores de diversos estados brasileiros. Indústrias de beneficiamento foram instaladas na cidade (NEVES; GALVES, 2016). Costa Filho *et al.* (2019) escrevem o que já era de comum no emprego da agricultura atrasada em solo caxiense e de outras microrregiões do estado.

Para eles milho, arroz, feijão e mandioca, cana de açúcar eram produtos que não deixavam de ser cultivados. Entre os anos 1956 a 1959 a cidade tinha como destaque dois produtos cultivados sendo o milho e arroz (COSTA FILHO et al, 2019). Dadas as características de natureza climática, em que a concentração de chuvas se dar do final do ano até o mês de maio seguinte, milho e arroz eram produtos de época, portanto, obedecendo à sistemática do método atrasado de manejo dependente do ciclo chuvoso para a região. Este meio produtivo é praticado por muitos, sendo também noticiado por Costa Filho et al (2019).

É reconhecido também na cidade como produto a extração do babaçu. É um produto que fez refletir a vida urbana com a instalação das referidas usinas de beneficiar grãos, inclusive os grãos das palmeiras. A cidade ao largo de culturas e exploração das matas através do babaçu juntamente com a prestação de serviços e comércio que se diversificam mostra como transformou seu meio em contínuo processo que se intensifica com o aumento da população urbana e da ampliação da área com o surgimento de novos bairros e uso de maiores áreas expandindo o domínio do uso do solo neste viés citadino.

O registro de Nunes e Galves (2016) sobre o movimentado festejo do arroz na cidade já impressiona pelo feito significativo da vocação do município para com a produção e, causando reflexo no urbano que tem subsídios para atrair cada vez mais pessoas transformando a cidade como concentração da maioria dos habitantes no final da última década do século XX. Afinal, a produção, a exploração vegetal e toda atividade do campo fazia-se intensificar, mobilizava seu espaço para algumas rendas momentâneas como nos festejos, a exemplo ao da festa do arroz mencionado por Nunes e Galves (2016, s/p.) “a festa em homenagem ao arroz ocorria anualmente, significando um espaço de produção de identidade e, talvez principalmente, de obtenção de lucros”.

A representatividade desses eventos faz a cidade criar suas paisagens, construir seus espaços e interferir no ambiente de maneira a incluído mesmo que buscando em cada período adaptar esse meio com suas ruas, residências e estrutura arquitetônica materializadas de interesses que armazenam nos fixos as marcas do que é ação, real agora, revestida de simbologia ou semiologia como diz Miranda (2010, p. 52) “o signo semiológico, assim como o signo linguístico, é composto de um significante e um significado.” São películas históricas agregadas pelo tempo que carregam diversos significados por diversos modos de se observar.

É a partir deste espaço histórico carregado com suas diversas marcas em seu processo de formação e desenvolvimento, que forjou um ambiente urbano, que cresce e continua dotar-se de transformações físicas ao largo do tempo que a presente pesquisa sobre *a análise da temperatura de Caxias e sua relação com a expansão urbana* recente dos espaços partindo

deste ambiente que dar corpo a este aspecto ‘cidade’ chamado de urbano através dos processos que modificam a sua geomorfologia gerando diferenças térmicas locais que os objetivos foram executados.

#### 4.4 INTERAÇÕES ENTRE ESPAÇO URBANO E O RELEVO

A produção espacial é sempre uma alteração. Primeiro ocorre sobre o meio natural que é apropriado e adaptado para uma atividade ou finalidade humana. No caso de áreas urbanas este espaço é *locus* para que essa produção se multiplique e se amplie mediante as relações de agentes produtores do espaço (Lobato, 2012).

Na forma como pensa Corrêa (2012) esse espaço não está sendo detalhado, ou seja, quanto que ele terá valor de mercadoria como se constitui na praticidade. Está apenas sendo exibido como um espaço, de valor que agrega uma multiplicidade de agentes que se envolvem para que tome formas variadas sem a questão da ligação do tempo. O agente ou ator como Vasconcelos (2012) diz que é um termo muito empregado pela geografia física.

Essa prática de divisão e seleção criando produtos espaciais distintos ao mercado, é comentada como *a prática espacial urbana como segregação e o ‘direito à cidade’ como horizonte utópico* por Carlos (2018, p. 96) “sob o capitalismo, a produção do espaço realiza-se na contradição fundante do próprio ato de produzir: uma produção social (que, nessa dimensão, revela-se como momento de criação e realização do ser social)”. Acrescenta ainda “em conflito frontal com sua apropriação privada (o espaço tornado mercadoria subsume, no processo capitalista, as formas de apropriação ao mercado como momento de alienação) (ibidem)”.

Para isso, Carlos (2018) explica melhor a contradição envolvida como.

Essa contradição, no processo de produção, pressuposta na estruturação da sociedade capitalista, se desenvolve no movimento da constituição da propriedade, bem como sua forma jurídica, o contrato social que determina quem é o dono da propriedade, auferindo-lhe direitos e acessos à vida urbana. Isso significa afirmar que como mediação necessária entre cidadão-cidade nos deparamos com a propriedade privada da riqueza social, incluindo-se o espaço socialmente produzido (CARLOS, 2018, p. 96).

Moraes e Costa (1993) dizem que este produzir espacial é o grandioso esforço humano no sentido de dotar uma carga de energia chamada de trabalho. O mesmo para os autores é a fonte de valor que estabelece universalmente o fundamento da valorização como processo.

Observa-se quando citam “ninguém levantará dúvidas à afirmação de que as formas espaciais criadas por uma sociedade exprimem o condicionamento da estrutura econômica que ali domina (MORAES; COSTA, 1993 p.122)”. Mais especificamente é identificado por eles um sentido que se incorpora na condição de compreensão dessa coisa em que está o espaço chamado de urbano, de não se confundir valor no espaço e valor do espaço.

O valor do espaço representa bem a centralidade, como espaço além de outro em que possui importância maior por si mesmo. Os encaminhamentos feitos por Moraes e Costa (1993) de fato se revelam a partir da disputa pelas localizações urbanas. A geomorfologia local dentro de questões que podem ir do relevo aos locais mais úmidos e encostas sendo essas questões abordadas, pois, na expansão de usos do meio e de sua constante transformação em áreas urbanizadas seja para fins domiciliares, ou para fins produtivos, muito valorizadas, valor do espaço.

Essas concorrências vão ditar uma forma de segregar, de impor privativos específicos às pessoas jurídicas ou, a pessoas físicas que contam com a real condição para aquisição sendo constatado o valor do espaço mesmo não levando em consideração um aspecto muito integrado de determinar característica que é a escala em relação à distância. A escala não é uma questão em si, pode ser mais a localização, distanciamento, valorização, facilidade de acesso etc.

Nesse sentido para a aplicação de noções técnicas de geomorfologia que se ligam ao espaço produzido, não levando em conta a natureza das condições ambientais, mas a força que move através da relação investida na produção, isto é, do capital que impõe para que ‘sua vontade’ seja posta como determinante. Jorge (2011) diz que há uma necessidade de que a geomorfologia explore essa nova subdivisão reconhecida como geomorfologia urbana perante a preocupação com as diversas mudanças que o homem tem provocado no meio pelo campo da visibilidade nas cidades.

O corpo social idealizado, como cidades, erguido com a concentração de pessoas nem sempre é construído sendo perceptível aos olhos de todos. Havendo muitas imperfeições de olhares e compreensões. Há também mecanismos que podem facilitar a inexistência de contato ou de melhor indagação sobre as expansões que vão se tornando cada vez maiores contando com instrumentos de comunicação, às vezes, para dar mais sustentação às finalidades que estão tentando concretizar através da utilização de determinado lugar que tem como certo a discussão quanto sua utilização.

Diz Jorge (2011) que as mudanças que vêm ocorrendo de forma acelerada nesse meio construído pelo homem têm relação com o crescimento humano e desordenado, remete-nos a pensar que as pessoas das cidades modernas, não querem conviver em ambientes naturais com



poucas alterações; criam necessidades de existir um novo ambiente com o mínimo de relação com a primeira natureza, são adeptos da artificialização total.

Para isto Santos (2012) põe em destaque a questão da técnica como o motor de condução de relações entre o meio e o espaço que aqui também é inserido ao urbano quando relata que a forma como a sociedade opera no espaço geográfico, com transporte e comunicação faz-se do ponto de vista de uma intencionalidade que não é abstrata, mas, calculada, medida para se construir este espaço e adaptá-lo. Para ele as ‘coisas’ vão sendo trazidas para uma nova realidade. Entende-se também que Santos (2012) aplica à expressão coisa, sentido de tudo que é natural, que não se trata de atitude humana na superfície terrestre.

Então, as formas sociais que se constituem lentamente conforme o ritmo de evolução das relações econômicas de um lugar vão sendo, a partir do avanço humano, modelando o relevo que é apropriado para certa finalidade que segundo Jorge (2011) vai refletir até na queda da qualidade de vida. Para ela é reflexo da crise ambiental urbana que vai sobre vários aspectos como fonte de recursos naturais e as possíveis alterações nos ciclos naturais globais. Na sociedade marcada por profunda divisão social do trabalho, a degradação ambiental tem sido fruto de uma relação dos grupos sociais com a natureza (JORGE, 2011).

Aproximação a encostas sinaliza que agentes tendem a ocupá-las empregando técnicas de alteração nem sempre compatíveis com o que a área exige como forma de evitar quaisquer danos. Novamente Jorge (2011, p. 181) diz “aliados a esse crescimento são notórias as profundas modificações na paisagem urbana” a partir dos anos em que a urbanização se intensificou no Brasil principalmente dos anos 1970.

Esta é realidade das cidades que aos poucos vão tendo seus espaços delimitados, reservados e outros orientados para quem pode ser ocupante conforme as condições econômicas desses grupos, materializa-se. Tudo isso é aos poucos sendo marcado como segregação onde pessoas se distanciam e encostam em locais que são tidos como menos adequados surgindo lentamente não apenas um problema social, mas, outro natural como relata.

Outro exemplo é o da erosão acelerada, em que na morfogênese antrópica em áreas urbanas, a erosão e a produção de sedimentos ocorrem durante o período de construção. [...] os assoreamentos, os cortes de taludes, os aterros e movimentos de massa induzidos, a mineração em áreas urbanas e periurbanas, as inundações e alagamentos fazem parte dos problemas urbanos e, concomitantemente, do objeto de estudo da geomorfologia urbana (JORGE, 2011, p. 118).

O exposto até aqui mostra tendência que não se restringiu apenas às metrópoles, ocorre nas cidades médias também em que os espaços não são apenas um meio, são dentro da condição comercial mercadorias e, como tais são sempre apropriados por alguém primeiramente aplicando o valor do espaço e o valor no espaço (MORAES; COSTA, 1993). Não escapa nem as áreas de possibilidades de riscos na medida em que a expansão urbana acontece uma vez que questões básicas como moradia e transporte afetam a vida da maioria que habitualmente encontra dificuldade para ocupar espaços mais distantes no centro de médias e pequenas cidades.

Brenner (2018) ao tratar de cidades ‘para pessoas, sem fins lucrativos?’ dentro de uma análise mais financeira mostra como andam as relações em muitas cidades pelo mundo. A questão para todos é cada vez mais distanciados, segregados e cheios de riscos pois elas seguem um modelo de exploração de recursos que tem amparo nas redes ou conexões existentes dentro das próprias hierarquias nacionais como se observa a seguir:

Urge entender como os diferentes tipos de cidades e metrópoles em todo o mundo estão sendo reposicionados em circuitos progressivamente voláteis e financeirizados de acumulação de capital sob mudança na forma de exercício do poder geopolítico. [...] as cidades capitalistas não são apenas locais estratégicos de acumulação de capital; elas também são arenas em que os conflitos e contradições associados a estratégias específicas de acumulação são históricos e geograficamente combatidos (BRENNER, 2018, p.40).

Pela vertente que é colocada por Brenner (2018) pode ser entendido como as disputas dentro das cidades ocorrendo principalmente diante da questão de partilhamento do solo urbano. Isto porque nelas sempre há os agentes imobiliários que concorrem para contar com as melhores áreas, melhores lotes, mais impactantes pela visão, menos previsíveis a certos sinistros naturais (JORGE, 2011). Enfim, são conhecedores de características da geomorfologia local de quanto esta condição se torna essencial para que o espaço urbano seja bem relativo à questão de mercado com valor no espaço e valor do espaço.

Neste sentido a geomorfologia entendida como um geossistema está envolta com estas relações que aos poucos são produtoras de muitas transformações e da própria forma de crescimento da área que se instala o *modus* social. Vão aos poucos seguindo para sentidos onde as características de morfogênese não oferecem minimamente condição para alteração, para fixação de algum uso. Isto porque o crescimento urbano e precariedade de ocupação estão ligados ao modo brasileiro de uso do solo.

No Brasil essa urbanização é caracterizada pela apropriação do mercado imobiliário das boas áreas e pela quase ausência de outras áreas urbanizadas destinadas à moradia popular contribuindo com precarização e aumento da vulnerabilidade das áreas já naturalmente frágeis “pessoas vivendo em áreas de risco de deslizamentos, enchentes e inundações tem sido umas das características negativas do processo de urbanização nas cidades brasileiras” (JORGE, 2011, p. 120).

Estas consequências servem para se compreender a importância do pensamento geomorfológico na análise ambiental urbana. Para isso a formulação do pensamento geomorfológico segundo Gama e Dimuccio (s/d) o caminho dessa ciência teve como precursores como Leonardo da Vinci (1452-1519) que deixou registro de observações de locais em que construíra obras. Para eles, Da Vinci na região do Rio do Pó, Itália, com suas observações suplantara a teoria ao citar que os vales eram produto dos rios já que havia pensamento na época de que vales eram depressões por onde os rios se criavam.

Os finais dos séculos XVIII e XIX são marcos para a ciência quando: em um dado momento há a transposição simultânea dos limites de positividade e de epistemologização em que a defesa do discurso geomorfológico tem autonomia de processos. A geomorfologia, acadêmica teve na geologia sua base na segunda metade do século XVIII. Na trajetória para sua sistematização, a nova ciência inicialmente chegou a ser designada por Geografia Física, com avanços passam a ser classificados como de Fisiografia para então chegar de fato à Geomorfologia com muita característica em estudos sobre a morfologia (GAMA; DIMUCCIO, 2013, p. 785).

Já em meados do século XIX uma nova ciência consegue firmar-se. A partir desses acúmulos de saberes inclusive dos anteriores por volta da revisão da Geologia, a adoção de geomorfologia foi sendo pautada com suas linguagens, próprias ou métodos e suas limitações diante de outras. O percurso da formulação da Geomorfologia passa por vários países. A Inglaterra por meio de naturalistas, como Mary Bomerville, Darwin com as ideias da seleção natural; Thomas Henry Huxley (1825-1895) trabalhou com ideias de como os aspectos físicos teriam que ser estudados dando também orientações sobre a metodologia do ensino muito apreciado com aulas de campo, viagens, excursões. Fixou a Geomorfologia como disciplina na Inglaterra a partir do ano de 1895 (ibidem).

Na Alemanha Oscar Peschel (1826-1875) apud Gama e Dimuccio (2013) soube encaminhar intenção da nova ciência com o auge de um pensamento geográfico à época, procurando convencer geógrafos a estudarem a morfologia da superfície terrestre. Os grandes avanços vão aparecer nos Estados Unidos com Davis. William Morris Davis (1850-1934)

tornará o estudo sobre relevo um avanço mudando as metodologias de observação indo para o dedutivo. Defensor da nova ciência para aplicação de estudos sobre as formas do relevo iniciando com a Fisiografia para em seguida também denominar de Geomorfologia impondo terminologia própria.

Sua formação precoce em engenharia e, assumindo funções importantes também consegue difundir suas ideias muito bem articuladas atraindo mais respeito a todos seus registros, escritos sobre geologia bem como em seus trabalhos fora da geologia sobre rios e vales o que lhe põe não somente como profissional dessa área, mas como um geomorfólogo com seus encontros, conferências em vários países consolidando a inclusão dessa ciência no âmbito da Geografia.

No Brasil, a geomorfologia tem seu processo evolutivo com professores que de alguma forma estavam ligados a Universidade de São Paulo – USP (1934) e a própria criação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, na década de quarenta do século passado (VITTE, 2010). Esta década tem também outro marco dentro do processo de estudo e pesquisa no Brasil com a criação da USP e a própria geografia como estudo, ciência que tomou status também na terceira década do século XX (PONTUSCHKA et al, 2009) e, a criação o departamento de geografia no pós-Segunda Guerra Mundial em 1946.

O histórico da geomorfologia no Brasil conforme Vitte (2010) tem por personagens professores Ab’Sáber, Orlando Valverde, Silveira, passando por Bigarella a Ross que desenvolveram estudos relacionados ao geomorfologismo em diferentes contextos metodológicos e históricos como ao fato da criação da USP e do IBGE.

Nestas duas instituições, uma técnica criada para explorar conhecimento de todo o país – IBGE, tem referência de estudos com a colaboração de vários estudiosos de outros países como King, que realizou pesquisas em território brasileiro. A USP, com a formação do curso de geografia, com a organização da disciplina contou com a participação de geógrafos de diversos países por muito tempo como Pierre Mombeig, Pierre Deffontaines, Emanuel de Martone e F. Ruallan (VITE, 2010) que impulsionaram os estudos físicos no Brasil.

Quando Vitte (2011) se refere a *Os fundamentos metodológicos da geomorfologia e a sua influência no desenvolvimento das ciências da Terra*, especifica que o objetivo é demonstrar a importância da reflexão filosófica no desenvolvimento da geomorfologia, pensa-se que a ciência filosófica contribui com um conhecimento de campos diferentes de saberes que são atraídos para o centro do debate. Mostra que consegue juntar a visão social das coisas com a realidade que se forma no movimento de construção de um espaço social que se apropria e altera o meio natural.

Como as relações sociais vão se estruturando da mesma maneira que o espaço em si é encaminhado cheio de divisão onde as representações estão presentes, a filosofia enriquece um olhar geomorfológico em algumas linhas de ação: (1) quanto capacidade de leitura e compreensão da realidade concreta e subjetiva forjada; (2) como meio de entendimento ou capacidade de extrair de várias leituras que representam o espaço em que é dividido e cedido aos agentes sociais coletivos ou individualizados.

Nestes dois aspectos, pelo menos, a contribuição ‘do penso, logo existo’, derivado dos séculos XVI e XVII, com Descartes (2001), estrutura pensamentos que apreendem as condições e realidades que as pessoas estão inseridas, faz-se essencial porque a dinâmica urbana de uso e ocupação do espaço não é livre de intenções trazendo consigo algum aspecto que seja discriminador ou, de imposição por parte do capital que se apropria desses espaços sempre transformando-os em produtos de valor diferenciados, sendo os objetos, na linguagem de Santos (2012).

Este olhar de dentro deste campo de conhecimento facilita a construção de consciências para indagar a direção que é dada às políticas que atuam no espaço urbano que em muitos casos apenas continuam a favorecer a continuação de segregações. É interessante como Kosik (1976) faz essa ponte ao lidar com a realidade concreta produzida por meio de interesses diversos. Esta capacidade de interpretação é fundamental como ver Vitte (2011) para se entender as relações em que a sociedade estabelece com o meio.

As percepções representam as linhas que se procuram estabelecer como se fossem caminhos que se possam conhecer e trilhar para entender o que se quer no final. Vitte (2011) é expressivo definidor do que isto tem a ver com a geomorfologia tratando de um sentido partindo do campo filosófico:

É dentro desse contexto que os estudos metodológicos desenvolvidos dentro do campo da geomorfologia dizem respeito à formulação e ao teste de hipóteses, nos quais análise não serve apenas para favorecer respostas definitivas aos enigmas intelectuais predefinidos. Ao contrário, partia-se da firme convicção de que análise permitira ao investigador considerar os feitos consequenciais da hipótese, sendo que essa seria sugerida pela experiência do pesquisador (VITTE, 2011, p.24).

Este encaminhamento que contribui com diversas formas de orientação ou de fundamentação crítica é necessário aos demais campos de ciência como em particular ao processo de apropriação da filosofia pela geomorfologia como condição de entender as noções ligadas ao relevo urbano e as diversas maneiras de sua utilização. As percepções para a ciência

geográfica funcionam como um instrumento que capturam e armazenam objetos, coisas e seres em dado ambiente.

A partir do espectro lançado para obter impressões, é possível definir as características menos comuns retidas em determinado lugar associando o conjunto de elementos que especificam as condições geoambientais. Como os espaços urbanos em sua grande maioria são iniciados sobre uma base como as planícies ou áreas com poucas declividades, são ambientes adversos em formas, altitudes e tipos de solos em direções diversas que dificultem algum sentido a construção, adaptação e uso desses espaços depois. Para isso encontra-se em Jorge (2011) amparo à geomorfologia quando diz que esta oferece diversas possibilidades na busca de novos parâmetros para o reconhecimento da relação social e natureza.

Entende-se que Jorge (2011) vislumbra por outra ótica que a vida social com suas relações, seja de antagônicas, competitivas, seletiva ou de qualquer forma de inclusão e exclusão é muito próxima ao modo de compreensão e detalhamento das relações sociais em qualquer ambiente e, por aqueles que apresentem maior interesse entre as pessoas. Não se restringe ao universo de algumas ciências habitualmente dadas ao objeto de análise, mas, como uma ciência que embora mais voltada para um objeto ‘natural’ a geomorfologia se integra como corpo científico capaz de oferecer leituras e resultados referentes a transformações do ambiente conforme o aporte técnico de cada momento.

Guerra (2011) ao tratar de encostas urbanas faz outra menção à questão da percepção só que neste caso dado à técnica feita com base no conhecimento voltado para o entendimento científico. Essa capacidade de entender e descrever o estado como o da matéria é um tanto hipotético, quanto de resultado positivo ou não. O que aqui é evidente é que a capacidade de obter algum conhecimento não é uma exclusividade, mas condição de que mais pessoas retirem de algum modo suas representações no campo da percepção, é o que se observa.

mesmo que aceitemos a ideia de que encostas apresentam características próprias, independentemente do local onde estejam situadas, aquelas localizadas em áreas urbanas, em especial nas grandes cidades, sofrem tantas transformações, ao especial nas grandes cidades, sofrem tantas transformações, ao longo, que passam a ter características bem distintas daquelas que se encontram, por exemplo, nas áreas rurais (GUERRA, 2011, p. 18).

A colocação de Guerra (2011) passa pela compreensão de que estes aspectos geomorfológicos aparecem em ambos os espaços com qualificações muito específicas de um para outro, como no aspecto quantitativo que pode ser muito concentrado onde a transformação

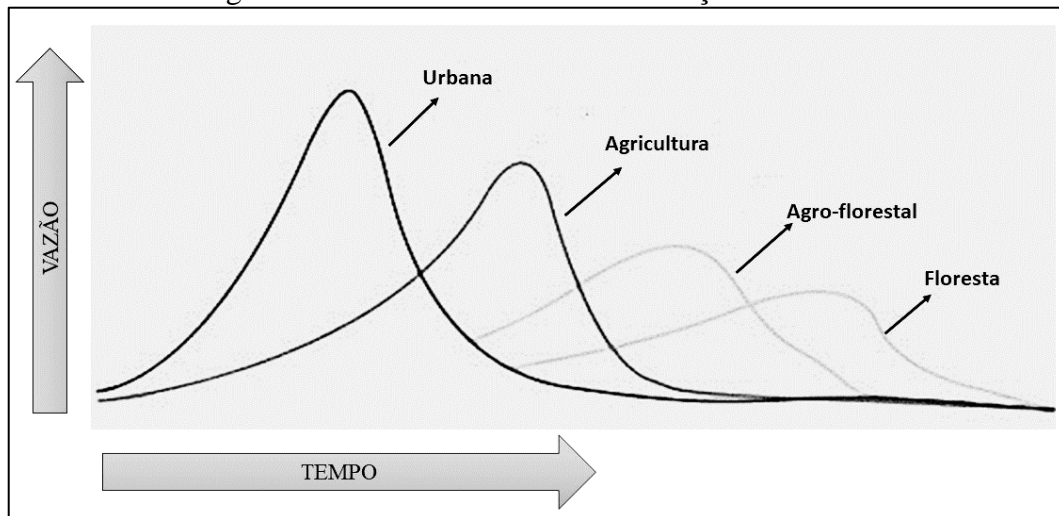
é maior. Onde o processo do emprego técnico tende a alterar com mais rapidez conforme a densidade urbana ou periurbana for grande contribuindo para que as áreas sejam utilizadas nem sempre com alguma consideração ambiental em que assegure a inexistência de riscos. Esse é um papel exercido também pelo geomorfólogo que tem em ação aparentemente isolada por essa ciência. Não distante da Geologia ou ciências da Terra e ambientais.

Para erosão de solos em áreas urbanas Guerra (2011) diz que o processo erosivo, via precipitação líquida, tem abrangência em quase toda a superfície terrestre, em especial nas áreas com clima tropical, cujos totais pluviométricos são bem mais elevados do que em outras regiões do planeta. Em seguida, registra que Salomão (2007) apud Guerra (2011) menciona que a erosão na urbanização brasileira está relacionada à falta de um planejamento adequado, que não leve em consideração não só o meio físico, mas também as condições socioeconômicas. Complementa seu posicionamento revelando que a erosão urbana é um fenômeno típico dos países em desenvolvimento, praticamente não existindo essa forma de erosão nos países desenvolvidos.

Em se tratando de espaços urbanos, Jorge (2011) destaca a importância do pensamento geomorfológico na análise ambiental urbana em que o homem se constitui como o agente gerador de modificações que se intensifica nos anos antes e depois de 1960 onde estudos de Ab'Sáber e Christofletti já consideravam a necessidade de pesquisas com essa ciência relacionando às ações humanas e de suas consequências desastrosas. O estudo de Ab'Sáber na cidade de São Paulo em que o relevo e condições ligadas de forma mais integradas, geossistêmica, descreve áreas inclusive as de adaptação ao mercado imobiliário.

Com a consolidação das cidades, da concentração de pessoas e do intenso consumo urbano associado, tem a nova visão sobre as condições dos elementos naturais na cidade, na nova topografia com a impermeabilização excessiva total ou parcialmente, se destaca como a descarga fora da área urbana. Ver-se, que pensamento geomorfológico passa por compreender o meio como recurso dominado com muita cautela pois, ao formar novas paisagens a partir dele surge consigo o emprego de usos adequados e inadequados reformulando as condições pré-existentes do lugar. Deste modo a paisagem cultural como tecida por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) é resultado da ação do grupo cultural em determinado tempo.

Figura 8: Níveis de erosão em intervenções humanas



Fonte: Guerra (2011)

A figura 8 chama atenção para os ambientes onde a atividade humana é desenvolvida conforme as diversas aplicações de interesses e técnicas já que no advento do período de consolidação urbana, não somente neste lugar as técnicas têm se mostrado como elementos de profunda capacidade de adaptar o conjunto sistemático de recursos naturais como em espaços rurais que passam a estar mais integrados com o urbano sob a insígnia de novo sentido para oferecer as demandas que sairão da cidade.

Assim, os efeitos de ambientes atribuídos pela cobertura da vegetação é o extremo oposto ao espaço urbano que se encontra como aquele que exhibe a concentração de maiores interferências sobre o solo, o relevo, sobre as superfícies líquidas susceptíveis aos maiores problemas ambientais. A condição urbana se insere no conjunto de objetos concretos e artificiais capazes de dar nova configuração ao modo de vida das pessoas e dos próprios sistemas de fluxos que Santos (2012) descreve como elementos cada vez mais fortes dentro da vida na cidade.

As áreas de cobertura natural dificultam ocorrência de tipos de desastres que podem ocorrer com a retirada das mesmas e, como a frequente utilização de encostas nos espaços urbanos de médias e grandes cidades evidenciam. Sobre aspectos ambientais dos escorregamentos em áreas urbanas, Amaral e Feijó (2011) descrevem como os maiores desafios impostos hoje aos profissionais de geociências no Brasil é condição de utilização do conhecimento científico na solução de problemas relativos a escorregamentos.

A urbanização brasileira como característica, além de ocorrer muito rápida, foi sempre negligenciada quanto a necessidade habitacional, pois, havia déficit a cada década. A política de atenção à habitação no Brasil se inicia no começo do século XX tendo como preocupação



do setor público a partir dos anos 1930 (IBGE, 2017). Durante décadas, houve iniciativas como a da Fundação Casa Popular, extinta em 1964; a do Banco Nacional de Habitação em 1964 que foi extinto em 1986 assumindo sua especificidade a Caixa Econômica Federal – CEF que passou a gerenciar as políticas do setor habitacional brasileiro.

Outro aporte foi dado no início do século XXI com a chegada do Estatuto das Cidades (2001) apud IBGE (2017), através das conferências municipais, estaduais e nacional das Cidades em 2003. Surge assim a Política Nacional de habitação – PNH que se desencadeia em seguida no Plano Nacional de Habitação – PLANHAB que termina sem muitas ações concretas sendo superado vindo aparecer uma nova tentativa com o Programa Minha Casa, Minha Vida cuja meta visava atingir dois milhões de imóveis construídos em todo o país (IBGE, 2017).

Esta realidade fez com que muitas cidades tomassem rumos muito diferentes que não deram atenção a questão da habitação fazendo surgir o uso de espaços inadequados muitas vezes, agregando situações permanentes de riscos humanos e da forma de exploração deste solo urbano. Jorge (2011) destaca por condições parecidas a isto que o planejamento urbano não pode ser deixado de lado.

Deve contar com a participação de outros especialistas como arquitetos, geólogos e geomorfólogos, estes, pensando numa forma de prever e propor soluções como papel indispensável da geomorfologia nas políticas públicas urbanas que desta maneira “a geomorfologia aplicada aos problemas no meio urbano pode ajudar a controlar o rápido consumo de recursos naturais disponíveis e prevenir a ocorrência de novos impactos” (JORGE, 2011, p. 138).

Sposito (2018) diz que a cidade cresce não visto apenas como uma conjunção de densidade demográfica, mas por sua constituição de importância econômica que certas características vão surgindo como a utilização de áreas anteriormente específicas para a agricultura, pecuária e extrativismo; a verticalização e a aproximação de imóveis perfazendo uma germinação muito específica que passa ser adotada pelas cidades (SANTOS, 2012) quando adotam caracterizações principalmente nas zonas centrais em que comércio e outras atividades se intensificam. Nesses locais, o urbano se constitui no que Moraes e Costa (1993) comentam em espaço de valor descrevendo-o como valor do espaço.

Confere-se que a figura 9 reflete o quanto ambiente urbano é complexo, é cheio de mudanças e de grandes contrastes que acabam por serem realizados numa base topográfica constantemente remodelada conforme acontece o desenvolvimento tendo domínio de relevo variando de 65 m a 215 m de altitude dentro da área de estudo efetivamente já sob uso.

#### 4.5 O DOMÍNIO URBANO CAXIENSE E A GEOMORFOLOGIA LOCAL

O sítio urbano caxiense está localizado dentro de uma depressão periférico-fluvial que tem sido formada num ambiente da Bacia Sedimentar do Parnaíba junto a formas de relevo dissecadas, da porção mais norte do Planalto Central, sendo especificamente em sua borda cuja área tende a assumir em algumas direções um princípio de pequeno arco, cujo formato carregado pela erosão seguindo sentido do Rio Itapecuru que atravessa o perímetro urbano de Sul a Norte, mantém bordas com cota altimétrica que se eleva até 165 m de altitude na área já ocupada.

As mediações do Morro do Alecrim na porção central apresentam 118 m sendo o topo bastante urbanizado. É circundado pela depressão causada pelo Rio Itapecuru com desnível altimétrico sequenciando sempre o sentido de drenagem que se volta para o norte seguindo a calha do Itapecuru ora com a presença de morros já dissociados da cota com aspectos de testemunhos originados pelo processo erosivo, ora com áreas de topografia com pouca elevação em relação ao nível do curso do rio. A figura 9.1 traça perfil de norte-sul e a figura 9.2 de leste oeste gerando um gráfico que evidencia variações da geomorfologia na área de estudo.

A cidade cresceu ocupando áreas mais distantes do Itapecuru como também viu surgir bairros margeando-o como o Cangalheiro (margem direita) e Ponte (margem esquerda). A cota de altitude tem 77 m (centro), característica de planícies (MARANHÃO, 2002) como se configura o sentido a jusante de Caxias-MA até o segmento de relevo da baixa bacia do Itapecuru, Munim e outros rios quando chegam ao litoral maranhense pela vertente das baías de Arraial e São José, a leste do Golfão Maranhense.

O assentamento urbano caxiense está localizado enquanto natureza geomorfológica em uma base que possui feição tabular, ora chamado de patamar (IBGE, 2010), de dissecação do grande prolongamento do planalto central em especificidade de classificação proposta por Bandeira(2013), como superfície tabular da bacia do Rio Itapecuru dispendo um sentido de desmantelamento do conjunto contínuo do baixo planalto nacional tipificado como baixos platôs que recortam o estado no sentido sudeste-noroeste sinuosamente em compartimentos apresentando morros-testemunhos.

A figura 9.1 exhibe o perfil da altimetria que se apresenta entre dois pontos da pesquisa visando demonstrar as elevações contidas no segmento P2 e P3 que distam 4,6 km conforme a referida imagem. O seu gráfico-perfil ilustra a sequência que o prolongamento de morros faz com ligeiros rebaixamentos como o que chega a 70 m sendo o curso do riacho “São José” conforme se constata na figura 10 de drenagem. Por este perfil observa-se que a elevação

máxima onde a linha de referência recorta, chega a 114 m de altitude decaindo quando se aproxima do P2 com altitude superior a 70 m.

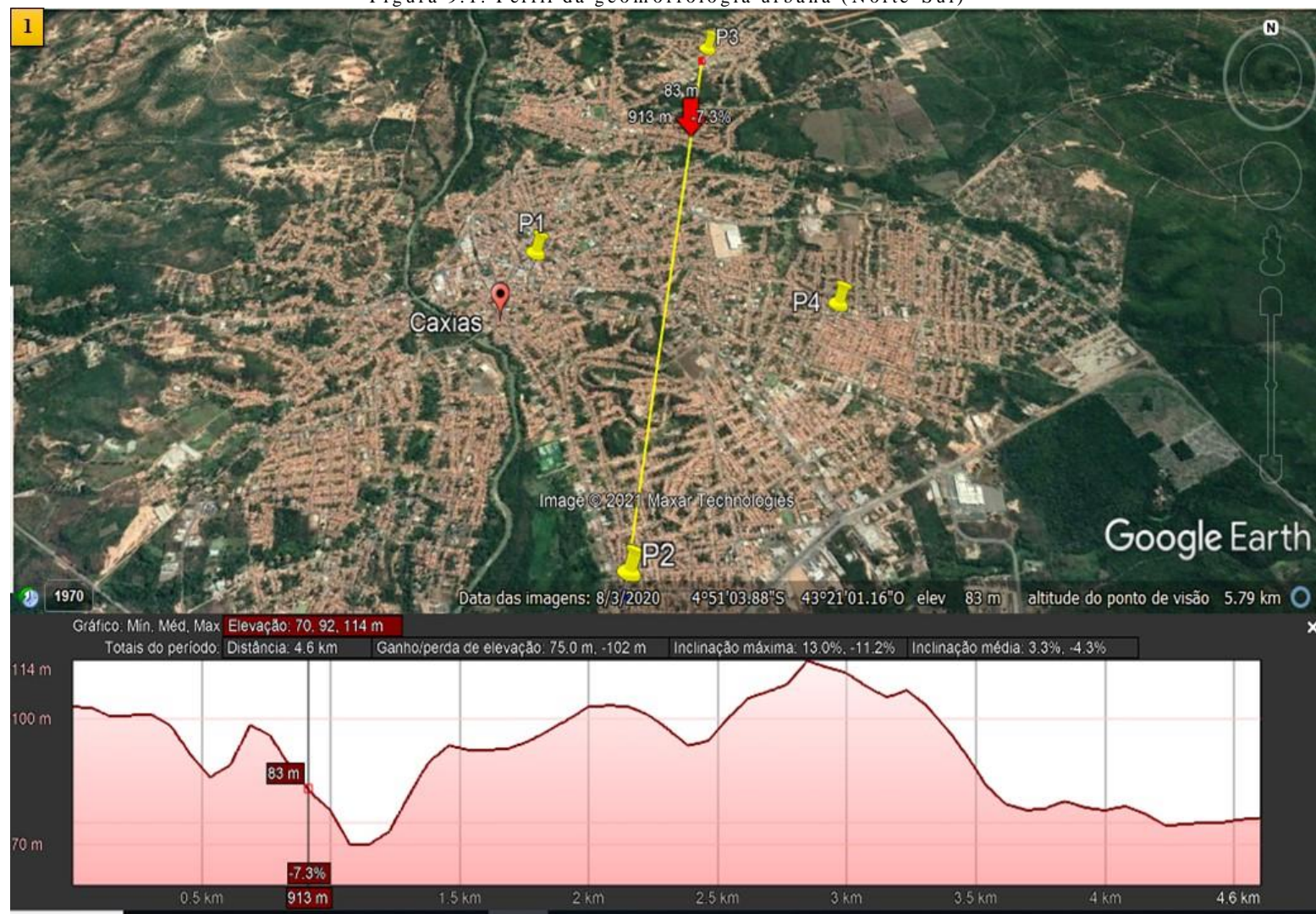
A figura 9.2 contribui com o perfil retirado entre P1 e P4. O mesmo perfil exhibe pela linha de referência que os locais têm altimetria bem distinta. O P1 acima de 71 m segue um aclive que chega a 102 m tendo o P4 cota superior a 90 m. Neste sentido oeste-leste se tem o recorte sobre parte da área recortada pelo segmento P2 e P3, visualizando o sequenciamento de morros para as referidas direções.

Observa-se na área urbana de Caxias/MA um sentido que durante alguns anos tomou como referência sua expansão. O crescimento desse ambiente urbano acentuou-se em direções distintas ao modo que localização dos pontos evidencia muito bem a questão. Nitidamente se confere que para o P4 houve ampliação do espaço urbano em direção ao sentido leste em altitude mais elevada à do centro. Implica que essa sequência de alteração espacial traz consigo a capacidade de que o aumento de temperatura urbana seja mais sentido no restante da cidade além da questão da altitude.

O urbano cresceu também para o sul onde se encontra o P2 ampliando espaços mais distantes do sentido do segmento do curso do Rio Itapecuru apresentando pequena mancha verde de lagoa próxima já em altitude em torno de 70 m. Bairros foram aos poucos surgindo diante a demanda do aumento da população setorizada naquela direção e proveniente de áreas do campo. É um crescimento que se localizou distante do canal do rio, embora aproximando de áreas de mananciais que estão dentro do ambiente urbano a exemplo do conjunto residencial Vila Paraíso que está sobre pequenas lagoas que alimentam o riacho Itapecuruzinho, afluente do Itapecuru na margem direita.

Para o norte da cidade, o ambiente urbano segue uma expansão lateral ao rio e tomando afastamento mais para o nordeste como as áreas chegando a mais de 100 m de altitudes de recente alteração no planejamento local recebendo a intensificação de construções residenciais, bairros novos e conjuntos habitacionais. Encontra-se para a ocupação relativa intensidade de uso do solo aparecendo na figura 9.1 vazios em tom verde escuro característico de solos encobertos.

Figura 9.1: Perfil da geomorfologia urbana (Norte-Sul)



Fonte Google Earth Pro (2021). Org.: Ramos (2021)

Figura 9.2: Perfil da geomorfologia urbana (Leste-Oeste)



Fonte Google Earth Pro (2021) Org.: Ramos (2021)

Encontra-se também em IBGE (1997) que a região é formada por tabuleiros na média bacia do Itapecuru onde estão sobre sedimentos areno-argilosos inconsolidados que chegam a possuir espessura de 20 m, com drenagem que obedecem a direções NW-SE e NE-SW fazendo aflorar arenitos da Formação Corda. Acresce-se que a Oeste de Caxias/MA os arenitos avermelhados da Formação Motuca e Corda condicionam o surgimento de superfície plana em cotas altimétricas inferiores ao relevo circundante.

O patamar caxiense segundo o IBGE, apresenta áreas planas, rampeadas em relação à drenagem com destaque o tipo de relevo residual em colinas, cristas, morros, com solos podzólicos vermelho-amarelados concrecionário formando área ambiental instável com vulnerabilidade alta. A unidade apresenta quatro geofáceis com altitudes variando de 120 m a 155 m.

Quanto às cotas de elevações a característica deste perfil de relevo é que não existem elevações maiores, mais acentuadas, há uma diferenciação entre planalto e planície com áreas de dissecação de relevo do Brasil Central que decaem em sua altitude em sentido norte. O mapa da figura 10 evidencia o domínio urbano de cota de 115 m a 165 m. Já sítio urbano está localizado em uma área cuja drenagem atualmente já evidencia trabalho erosivo além do rio principal da bacia, com pelo menos mais quatro afluentes que drenam como se observa na figura 10 com a zona urbana em destaque.

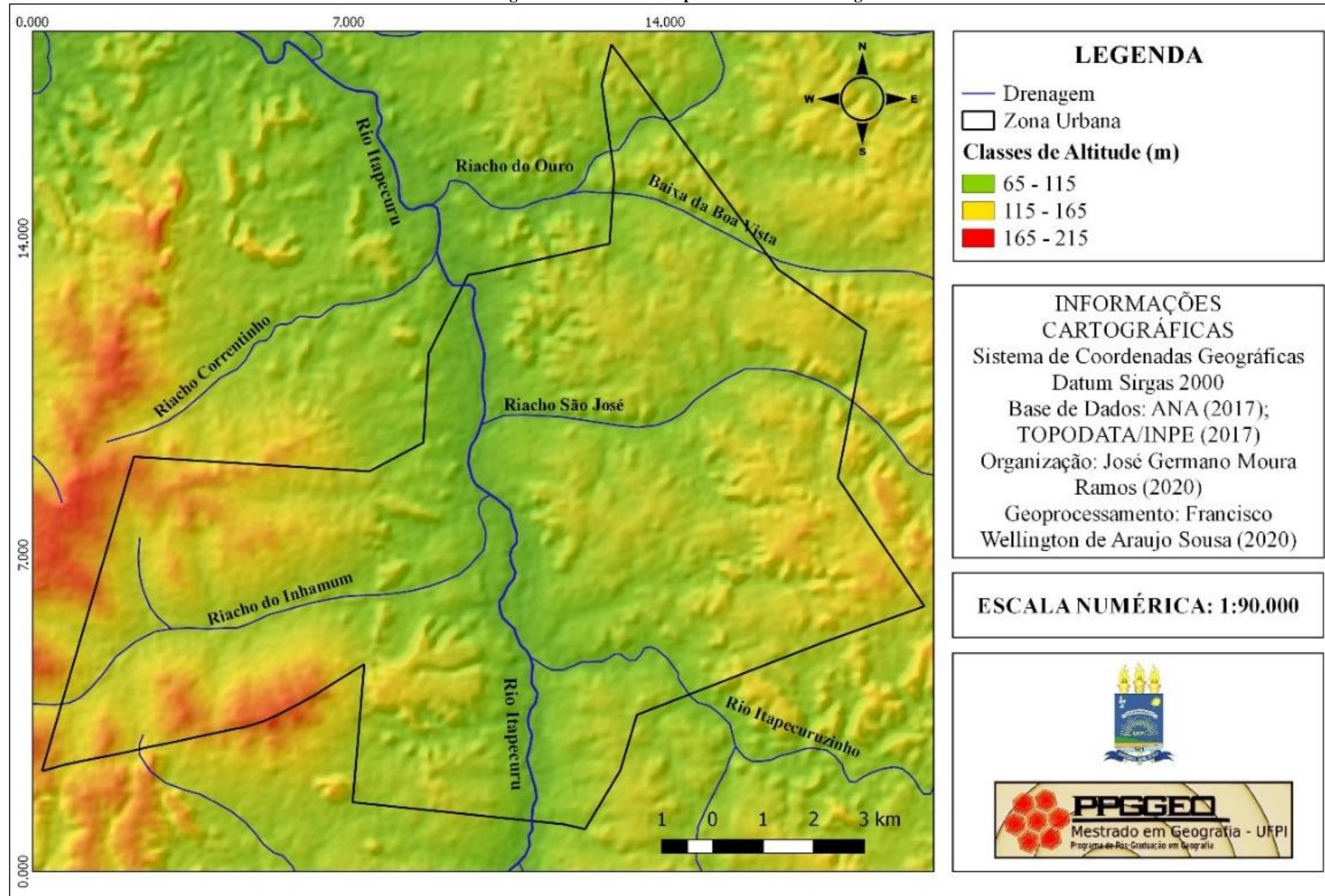
As superfícies de testemunhos predominam entre o centro do estado em faixa estreita prolongando-se para norte do estado e ampliação das áreas de domínio deste tipo de feições. É resquício de drenagem sobre os desníveis de altitudes que decaem no relevo de planalto que vai se configurando em patamares (IBGE, 2010). As bordas decaem não apenas na depressão junto ao Rio Itapecuru, mas, por toda sua borda norte em sinuosidades.

Para Bandeira (2013) este domínio da superfície da Bacia do Rio Itapecuru está representado por imenso planalto com altitude modesta apresentando processo de entalhamento e denudação diferencial ocorrendo continuamente atividade erosiva da superfície original que encaminha no sentido litoral a carga sedimentária originada ainda nas elevações das áreas dissecadas. É nessas bordas do relevo que se fragmenta, se disseca, tendo outra identificação por Patamar<sup>5</sup> (SOUSA *et al*, 2015; IBGE, 2010), de superfícies de morros-testemunhos (MARANHÃO, 2002) e vertente com pequenas bordas, apresenta desníveis de altitude em praticamente toda a área em que se encontra o edifício urbano caxiense.

---

<sup>5</sup> Relevo plano ou ondulado situado em diferentes tipos de rochas, constituindo superfície intermediária ou degrau entre áreas de relevos mais elevados e áreas mais baixas. (IBGE,2010, p. 15)

Figura 10: Caxias/MA-Mapa de altimetria e drenagem Urbana



Fonte: ANA (2017), TOPODATA/INPE (2017). Org.: Ramos (2020) Geoprocessamento: Sousa (2020).

A geomorfologia do estado do Maranhão, figura 11, por sua vez, é verificada por fazer parte de uma das mais extraordinárias faixas de transição fitoclimática dos domínios brasileiros, por situar-se entre outros domínios bem definidos e caracterizados como parte de grandes unidades ecológicas ou de domínios naturais.

Nas mediações da cidade a ocorrência de mistos de domínios naturais entre Cerrado e mata dos cocais é evidenciada por Ab'Sáber (1969; 1977) apud Bandeira (2013) quando descreve o conjunto de características da fitogeografia local. Segundo Sousa *et al.* (2015) o sítio urbano caxiense por encontrar numa feição geomorfológica cuja unidade é determinada por Patamar de Caxias/MA contando com índice de erosividade do solo entre 1000 a 850 (t/ha/ano) na metodologia de Wischmeier e Smith (1965) apud Araújo (2012). Este método é reconhecido como Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) representada pela fórmula

$$A=r.k.l.s.c.p.$$

Onde os fatores representam *r*-erosividade da chuva; *k*-erodibilidade do solo; *l*-comprimento da rampa; *s*-declividade da encosta; *p*-práticas conservacionistas e *c*-uso e manejo do solo.

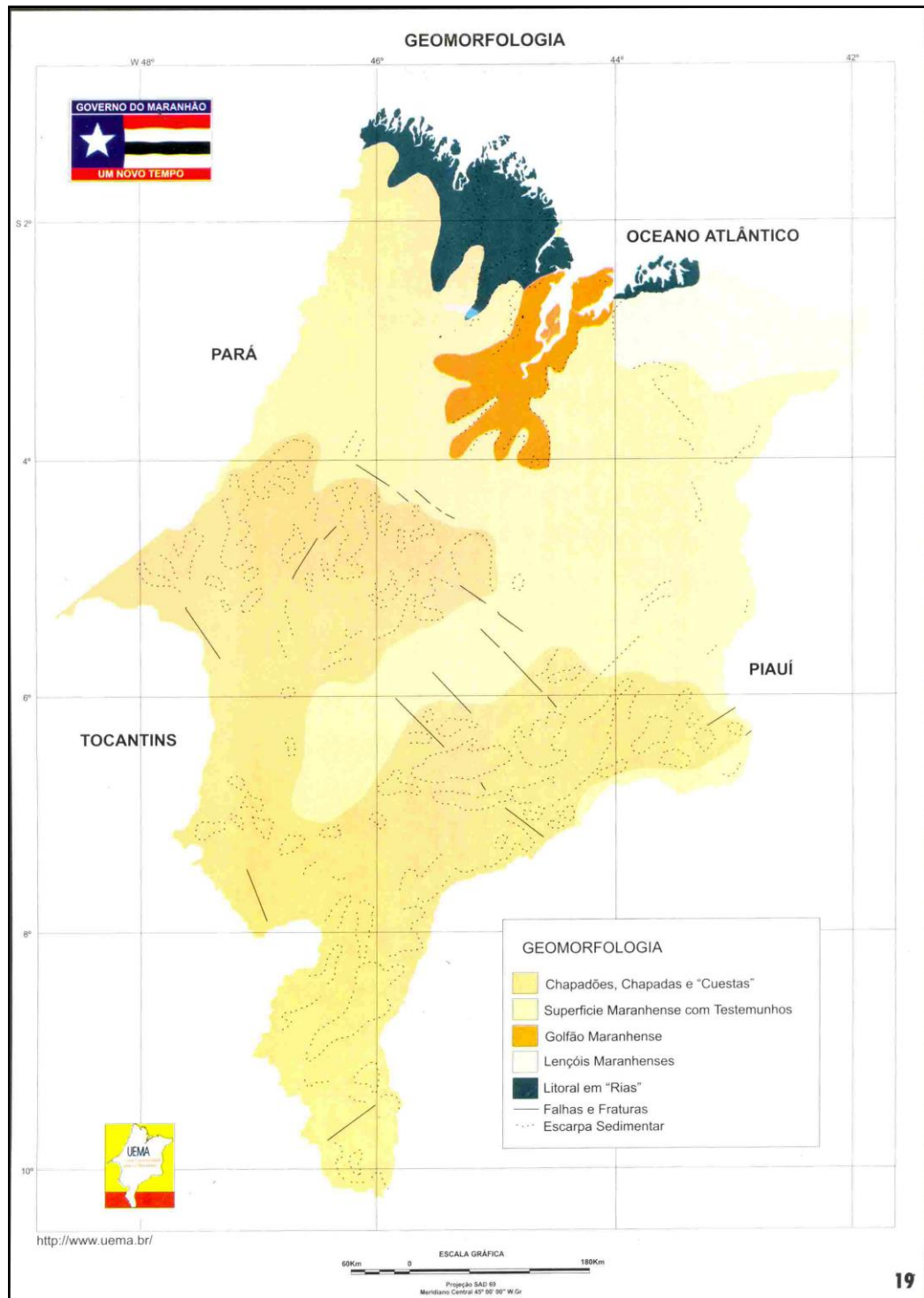
A partir desses tipos geocológicos da vegetação mista que expõe os tipos de solos, Tricart (1977) fala da erosão pluvial que desagrega o solo com impacto das chuvas que têm como fator principal este processo de desacomodação de parte do solo com o desnível que em conjunto à resistência estrutural do solo impõe o volume transportado.

A energia cinética, das chuvas, é citada por ele como a função determinante conforme a estrutura de certo tipo de solo. Conforme a fórmula que estabelece o grau de Erosividade do solo visto acima pode entender a condição existente não somente do efeito das gotas, mas da influência dessa depressão que margeia o Rio Itapecuru, gerando potencial para um processo erosivo remodelador do relevo de dissecação dos patamares inferiores finais do grande planalto brasileiro.

O valor de Erosividade de 1000 a 850 toneladas/ano e erodilidade atuantes seguidamente por distintos tempos geológicos, produziu esse aspecto de bordas onduladas de frente ao entorno e no espaço intraurbano com os morros sequenciais e outros já mais representativo da um testemunho geomorfológico.



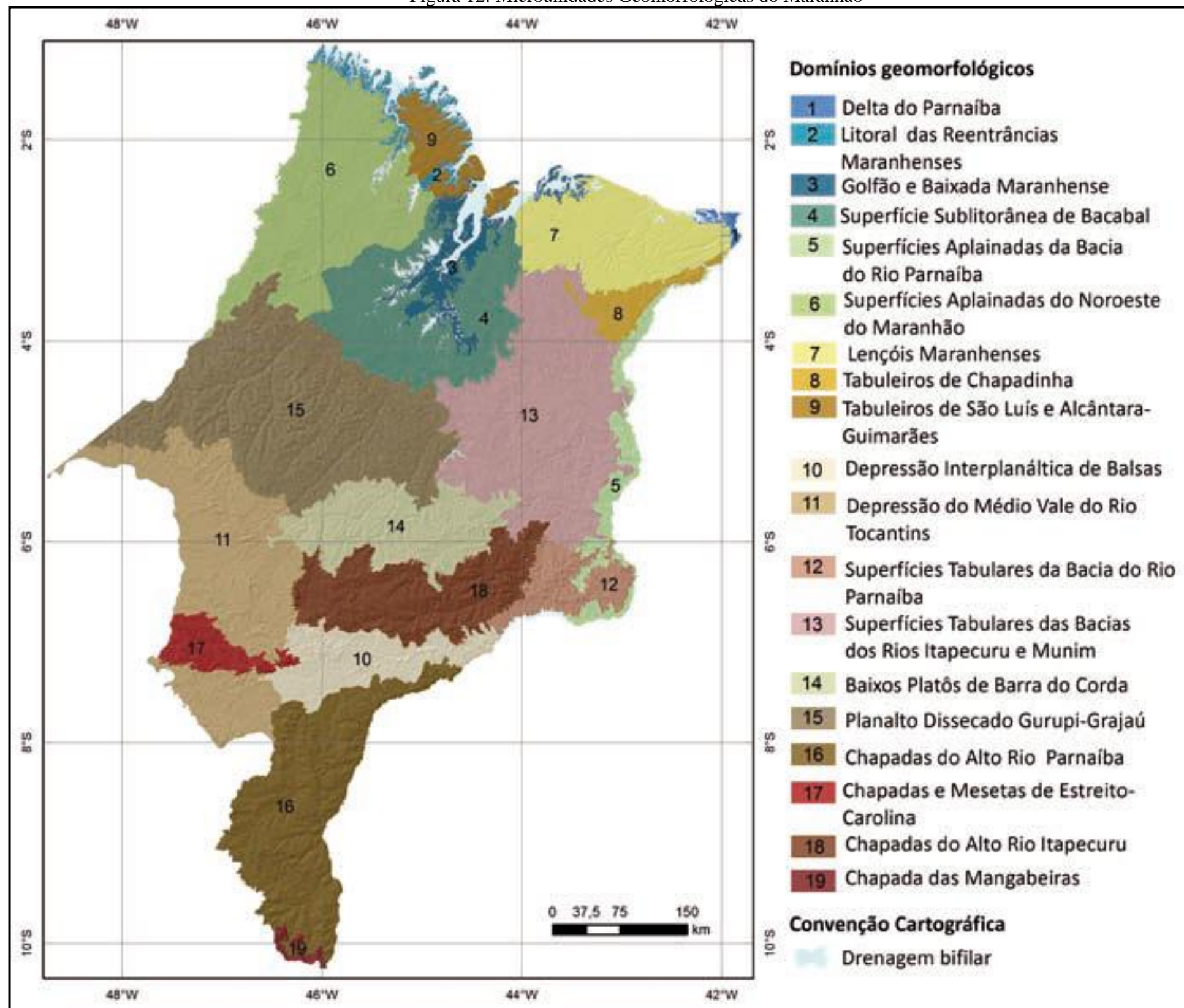
Figura 11: Macro unidades geomorfológicas do Maranhão



Fonte: Maranhão (2002)

Conforme a figura 11 as duas grandes unidades geomorfológicas no estado do Maranhão formam a maioria deste tipo de feição de acordo com Maranhão (2012). O município de Caxias/MA inclui-se na unidade reconhecida como superfície maranhense com testemunhos pela metodologia esboçada divisão do estado em áreas de macro regiões geomorfológicas.

Figura 12: Microunidades Geomorfológicas do Maranhão



Fonte: Bandeira/CPRM (2013)

Conforme o Atlas do Maranhão (MARANHÃO, 2002) a geomorfologia do estado se caracteriza por existir relevo representado por baixas superfícies do aplainamento, planícies fluviomarinhas, baixos platôs e chapadas. É interessante destacar que a feição geomorfológica do relevo caxiense e, conseqüentemente, o relevo urbano fazem parte da grande Bacia Sedimentar do Parnaíba que possui um embasamento rochoso originário do Paleozoico e Mesozoico composto por diversificados grupos – Gurupi e Barreiras, e formações geológicas como Motuca e Corda que muito são constituintes da área urbana caxiense (Sousa *et al.*, 2015).

A geologia associada a essas feições geomorfológicas têm origem a partir de associação prolongada de atividades tectônicas derivando depois em superfícies aplainadas como a cobertura detrito-laterítica (BANDEIRA, 2013) que se distingue por apresentar grande resistência à ação de intempérie e a processos erosivos tendo, crostas, inclusive, ferruginosas que sustentam relevos tabulares.

As microunidades geomorfológicas do estado do Maranhão demonstram conforme a figura12, o quanto há de compartimentação de seu relevo favorecendo aparecer diversidade não apenas de formas, mas, de integração entre vegetação e sistema hídrico. Ele é recortado por atividades erosivas fluviais e de ação hídrica resultante de acomodação de feição rebaixada em que os platôs se configuram no sentido do litoral norte do Brasil e, em sentido também ao conjunto formado de grandes extensões de planícies que se formam a jusante de Caxias/MA e em toda a região baixa do curso do Rio Itapecuru. O município fica totalmente dentro do domínio geomorfológico 13 “superfícies tabulares das bacias dos rios Itapecuru e Munim conforme a figura12.

## 5. CARACTERÍSTICAS DO CLIMA TROPICAL E URBANO

O grande oceano aéreo.

É um nome muito melhor, porque traz à mente a imagem de correntezas, redemoinhos e camadas que criam as intempéries bem acima de nossas cabeças, e que é tudo o que se coloca entre nós e a vastidão do espaço (FLANNERY, Os Senhores do Clima, 2007)

### 5.1 CAXIAS/MA COMO ZONA DE TRANSIÇÃO GEOGRÁFICA

#### 5.1.1 Algumas Considerações sobre o Clima Tropical

As superfícies terrestres dentro da faixa astrônomo-geográfica denominadas de tropical que para Petersen *et al.* (2014) se manifestam entre latitudes entre 5° a 20° dos hemisférios, identificáveis como clima tropical de savana, contudo, há nelas semelhança com clima tropical equatorial e monçônico, em termo de energia e intensidade conforme ocorre declinação solar mantendo-se sempre muito pequena permanecendo com temperaturas elevadas durante o ano.

Considera-as como condição de incidência de raios solares fonte principal de energia que provoca a dinâmica terrestre do aquecimento de sua superfície o que para Barry e Chorley (2013, p. 41) “a quantidade de energia recebida no topo da atmosfera é afetada por quatro fatores: emissão solar, a distância entre o Sol e a Terra, a altura do Sol e a duração do dia”.

Sendo que para a ‘altura do Sol’ está a questão do aquecimento de uma superfície menor, consequentemente recebendo maior concentração de energia por unidade de tempo, já que esse raio luminoso terá menos atmosfera para ultrapassar mantendo-se perpendicular (*ibidem*). Neste caso, a área de estudo está nestas similaridades pertencendo a faixa de clima tropical equatorial, sempre quente com muita energia recebida.

A ‘duração do período diurno’ gera diferença na radiação recebida, e a proximidade ao Equador faz muitos lugares chegarem a quase 12 horas diárias em média por ano. O distanciamento entre Terra-Sol que muda anualmente gera sazonalidades na energia recebida pela Terra.

A produção solar total para o espaço considerando uma temperatura de 5760 K à estrela, é da ordem de  $3,84 \times 10^{26}$ , com minúscula quantidade dessa energia sendo interceptada pela

Terra (BARRY; CHORLEY, 2013). A taxa de energia solar recebida pela Terra denomina-se de constante solar, sendo cerca de 1.700 *watts* por metro quadrado, que ajuda a compreender a função das latitudes também quando as superfícies terrestres recebem valor de energia diferenciada, bem como, devido ao efeito das estações (PETERSEN et al, 2014).

A variabilidade dessa energia incidente e à distribuída na superfície é relativa a existência de outros fatores que agem também diariamente de forma não regular, porém, em permanente sucessão de períodos, pois para Torres e Machado (2016) entre as regiões brasileira o Nordeste é o que menos apresenta nebulosidade, o que implica em mais energia trocada. A posição no Sistema Solar - sua trajetória elíptica anual, varia a distribuição ou dispersão de toda sua energia recebida entre os níveis da superfície terrestre, seus constituintes e a atmosfera logo acima a essa área como ocorre a variação de curto prazo na atmosfera (PETERSEN *et al*, 2014; AYOADE, 2015).

Para o caso da região tropical, aqui levada em conta inicialmente, a superfície continental, com a força da atuação de energia de ondas curtas, superando a coluna da atmosfera, de sua capacidade de filtrar, reter e reenviar certa quantidade dessa energia ao espaço e à superfície, a região pode ter valores da temperatura do ar muito diversificados de lugar a outro se acrescentar a função do relevo como um agente que interfere nesse gradiente constituído tanto pela altitude, diminuindo a temperatura, como pelas perturbações que as elevações causam na circulação das massas de ar (FOUCAULT, 1993).

Os climas tropicais são de especial interesse geográfico, pois 50% da superfície do planeta se encontra entre as latitudes de 30°N e 30°S (BARRY; CHORLEY, 2013). A distância das grandes lâminas d'água, a latitude e as variações das cotas altimétricas do modelado do relevo criam distintas naturezas dentro dessa faixa terrestre que mais concentra energia na forma de calor.

Surgem desta forma, estados atmosféricos que representam certas condições aparentemente muito repetidas e capazes de manter caracterizações como identidades estabelecidas entre a relação Terra-atmosfera. Isto é necessário para compreender essas dinâmicas, bem como, desenvolvimento de funções econômicas, sociais e orgânicas, pois, segundo a lei de Clausius-Clapeyron<sup>6</sup>, este estado da atmosfera permanecendo com algumas

---

<sup>6</sup> A lei Clausius Clapeyron associa a quantidade máxima de vapor de água que o ar pode absorver (umidade saturante) à sua temperatura e pressão. A umidade saturante aumenta cada vez mais depressa à medida que a temperatura se eleva. Num kg de ar, quando a temperatura se eleva de -20° para -10°C, a capacidade de transporte do valor de água passa de 1 para 2 gramas; quando a sua temperatura se eleva de 20° para 30°C, essa capacidade de transporte para de 15 para 26 gramas, conforme Sadourny, Robert, Clima Terra, Lisboa: I. Piaget, 1994.

flutuações dos elementos do clima como temperatura e pressão mais fracas contribui para menor quantidade de vapor d'água no ar (SADOURNY, 1994).

Quando se especifica um clima como tropical são dados a este tipo climático nomeações feitas por quem o estudou e encontrou parâmetros para que o fosse assim qualificado. Isso traz consigo a ideia de se tratar de um zoneamento da superfície terrestre que concentra certas particularidades conforme a dinâmica de interação entre fatores desta superfície, sejam naturais ou não, e os da atmosfera agindo em equilíbrio ou contrariamente. Comumente essa região terrestre tem suas linhas limítrofes compreendidas pelos mecanismos de circulação de sistemas de massas de ar indo de zero grau de latitude até 23° 27' N e S.

Porém, há significativa variação de amplitude dessa faixa climática tanto para norte como a sul do equador podendo alcançar os dois trópicos (BARRY; CHORLEY, 2013) conforme a combinação de fatores com períodos como estação do ano. Essa característica serve para estabelecer limites para a atuação dos climas tropicais que oscilam mediante a relação de muitos fatores na interação atmosfera-Terra a exemplo do que se notifica a dinâmica do equador térmico (ET) (TORRES; MACHADO, 2016) que varia em latitude conforme o dinamismo terrestre anual.

A atmosfera intertropical é sempre mencionada como uma camada de forte capacidade de fluxo de energias como entrada (input) e retorno (output) Monteiro e Mendonça (2009) como se percebe há muitas interações geodinâmicas que produzem ambiente muito diverso durante o período de um ano. Essas situações perturbadoras podem ser tipicamente promovidas por fatores de escalas secundária e primária como em virtude de mudanças locais em algum grau de interação mesmo que seja de longa ou não duração.

Essa constatação de que a zona tropical e o equador térmico são uma regionalização que não se delinea de maneira uniforme serve para mostrar que em escalas maiores, de ambientes urbanos, o quanto essa faixa tropical estabelece influência (TORRES; MACHADO, 2016) seja em movimento horizontal ou, com sua condição convectiva que impõe à região equatorial atmosfera com gradientes que podem ser alterados constantemente ou não dependendo de que sistema atmosférico produtor de ação esteja agindo como o caso da Amazônia central onde a combinação de fatores sempre ocorre.

Peixoto (1975) com sua contribuição para com a climatologia brasileira, já definia área equatorial dentro da região tropical até 10° de latitude. A implicação dessa classificação pode ser ao observar que nessa zona as condições de alguns elementos climatológicos apresentam mudanças em relação às áreas de latitudes superiores a 10° até aos trópicos chamadas, por ele, de zona tropical.

Sendo na faixa equatorial, ainda menos observadas variações nas médias de insolação, de variações de temperaturas em condições normais e de pressão atmosférica o que pode definir o ambiente intertropical como áreas de intensidades como o caso do contraste entre o período diurno e o noturno marcante, pois, essa variação é constante das médias térmicas também.

A visão sobre trópicos como uma parte terrestre que se configura em oposição aos demais níveis de latitudes terrestres é sempre provocada dentro das perspectivas que incluem a condição sazonal que afeta mais as regiões não tropicais com muita ênfase. Para Ayoade (2015) diante da variabilidade das condições do tempo atmosférico na região temperada, maior do que o das baixas latitudes, fez surgir menção popular de que a região temperada possui tempo atmosférico e não clima, enquanto nas latitudes baixas têm clima e não tempo atmosférico.

Nessa relação de aspectos particulares, tanto uma região tropical como outra temperada possuem suas especificidades, porém, continua afirmando que os modelos de classificação reconhecem menor número de tipos climáticos nos trópicos já que o tempo se altera bastante na região temperada. É dado mais destaque sob essa ótica que representa o perfil desses lugares como se de fato houvesse a sobreposição geográfica entre as diferentes zonas térmicas terrestres.

Isto tem sido para pessoas olharem aos trópicos apenas sob este ângulo desarticulando relações existentes entre ambas as zonas. Despreza-se integrar em diversas análises o papel de equilíbrio térmico que o ambiente tropical exerce no deslocamento de calor para as latitudes mais elevadas em cada hemisfério com circulação atmosférica (SADOURNY; 1994) no desempenho deste ambiente em ofertar condições para que a biodiversidade seja permanente e diversificada mantendo um balanço térmico.

O continente é ambiente diversificado de cenário que agrega multiplicidade de biomas onde a riqueza se amplia como é citado por Petersen *et al.* (2014, p. 160) “em direção aos polos, desde as florestas tropicais ou selvas, que sustentam as maiores biomassas da Terra, até as dispareas árvores baixas que dão vista a uma aparentemente infindável extensão de gramíneas” existe essa riqueza natural que se recria em dado momento após certo fator limitante atuar por algum período.

Agora com a superfície líquida que se encontra na faixa tropical, portanto, neste retângulo terrestre que ocupa em torno de 50% da superfície do planeta, esses corpos líquidos mais expressivos compostos pelos oceanos são tão ricos em diversidades como a própria superfície dos continentes contendo diferentes ecossistemas e sub-regiões capazes de proverem o desenvolvimento de micro e macro organismos como os recifes de corais e animais maiores,

ou, plânctons que se encontram nas dimensões da área tropical desses oceanos (FLANNERY, 2007).

Analisando a questão do clima nos trópicos, com a obra *Introdução à Climatologia para os Trópicos*, Ayoade (2015) faz uma apresentação de climatologia para essas áreas heterogêneas que compõem o ambiente tropical com grande sabedoria detalhando particularidades que são próprias para este mundo localizado no centro da Terra. É citado por ele sobre o que se aplica com desenvolvimento recente na climatologia tropical, definindo a intertropicalidade como:

1-Área entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio, que indicam os limites exteriores das áreas onde o Sol pode sempre estar no zênite; 2-A área entre latitudes 30°N e 30°S do Equador; 3-A área do mundo onde não há estação fria, onde o inverno nunca ocorre; 4-A área do mundo onde a temperatura média anual é igual ou menor do que a amplitude média diária; 5-A área do mundo onde a temperatura média ao nível do mar para o mês mais frio do ano nunca fica abaixo de 18°C; 6-Aquela parte do mundo onde as sequências de tempo diferem distintamente das de latitudes médias, servindo de linha divisória entre as easterlies e westerlies na média troposfera, como um guia aproximativo na definição do limite.

A condição térmica é uma marca para as regiões tropicais, ela potencializa a capacidade de adaptação de inúmeros organismos ao seu ritmo. Não se deve abster de sua grande contribuição ao planeta de gerar não apenas quantidade de gases do efeito estufa, como também, ameniza as temperaturas em parte do planeta mantendo a cadeia físico-química das reações (SILVA, 2011) capaz de conservar e favorecer o desenvolvimento de vidas. Silva (2011, p. 45) menciona “o aumento da temperatura é o responsável pela maior velocidade das reações químicas no solo, atuando como um catalisador dessas reações [...] dessa forma, ambiente com precipitação e temperatura elevadas apresentam intensa alteração de rochas”.

Estas características térmicas tão pouco devem ser tomadas como condição homogênea para grandes extensões deste ambiente tropical, como o caso do interior do NEB onde ocorre a sub-região Sertão com baixa precipitação e elevada temperatura compõem ambiente com solos rasos, já na Amazônia solos profundos intemperizados, pobres e ácidos (SILVA, 2011). Há os litorais com suas dinâmicas próprias, há elevações que assumem condicionamentos para dar especificidade quanto campo térmico e há as relações de efeito causadas pela circulação regional-geral que produzem cenários distintos quando a questão temperatura é o centro.

Imediatamente quando se observa o preposto item 4 que Ayoade (2015) enumera, é uma clara conotação de que há regionalismo positivista como condição natural à outra região como se isto fosse indicativo de não apresentar condição de adaptação e reprodução visto inservível



como referência humana e biológica, ainda que a intenção seja usar método para conhecer as condições em latitudes diferentes. Nessa ótica parece desprezar todo o patrimônio biológico diversificado dentro desses parâmetros climáticos em virtude da dinâmica terrestre e de sua forma.

Os trópicos como afirma Ayoade (2015), possuem sua singularidade seja de ordem superficial, ou, de caracterização da atmosfera a partir dos mecanismos que contribuem na criação dessa área natural, que assim diz:

nos trópicos, as estações são definidas fundamentalmente com base na ocorrência de precipitação e na umidade relativa do ar. Com base nos totais de precipitação total anual recebidos, os trópicos podem ser divididos em trópicos úmidos, onde a precipitação anual é maior que 600mm, e em trópicos secos onde ela é menor que 600mm (AYOADE, 2015, p. 10).

A influência da térmica nos trópicos é observada quando Sadourny (1994) se refere a energia absorvida e a irradiada, sendo,

os trópicos, onde o Sol está mais próximo do zênite, recebem mais energia do que as regiões polares. Daqui resulta um contraste térmico polo-equador que vai pôr em movimento a atmosfera e oceano; esses movimentos, por sua vez transportam a energia do equador para os polos, reduzindo assim o contraste térmico que os gera (SADOURNY, 1994, p.20).

Demonstra a quantidade de energia ofertando condição de equilíbrio a fim de não ocorrer grandes amplitudes térmicas por longos períodos em zonas mais distantes do Equador. A circulação de massas de ar no espaço intertropical em nosso continente é em virtude de ação regional que ocorre com sistemas que surgem em outras áreas distantes e capazes de criar períodos com algumas características marcantes.

A região que é receptora de grande quantidade de energia da radiação constantemente tem um fator muito significativo nesta distribuição (NIMER, 1989). O Movimento de Rotação da Terra e sua condição de está em ângulos diferentes na órbita anual contribui para que esteja ora mais próxima da estrela como no mês de janeiro a nossa Terra, ora em posição bem contrária (FOUCAULT, 1993). A trajetória histórica nos coloca como habitantes dos trópicos em pequenas diferenças de alteração de efeito de energia captada.

Esta pequena alteração é sempre amenizada por existir grandes volumes de nuvens densas que continuamente se formam influenciando no balanço de quantidade de raios solares que conseguem superar este filtro de nuvens chegando ao solo (CONTI, 2011). Produz efeito no fator termodinâmico, conseguindo gerar um ambiente atmosférico hídrico, mais emissivo na quantidade de retorno à atmosfera de vapor d'água.

Para realidade caxiense a alternância estacional nessa época de final de ano e início do próximo faz-se movimentar para tempo de chuvas ou precipitações pluviais normais. As estações, com isso podem ser compreendidas como mecanismo de atuações de circulação tanto regional como geral.

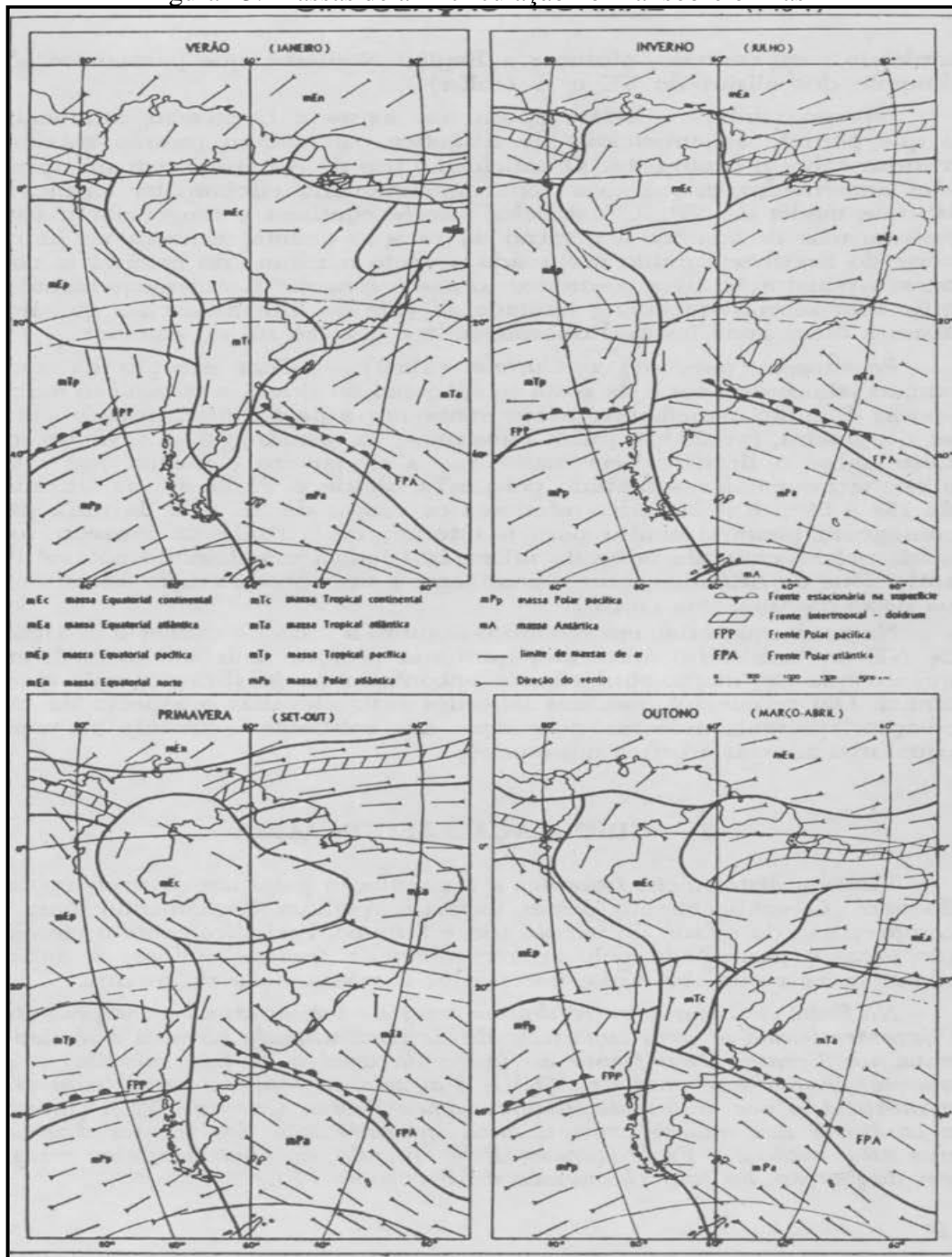
Neste sentido a circulação primária e secundária nos oferecem essas condições de atmosfera que sempre estão em grande movimentação seja a horizontal como a vertical, impõe a condição dos grandes locais de produção de massas como o centro da discussão. São neles que a alta pressão formará a força necessária para que esses corpos de ar consigam viajar e conduzir teores de umidades para a formação conjunta de nuvens com o contato entre a umidade local.

Assim, o processo de nebulosidade perfaz condições positivas e outras vistas com precaução quanto ao efeito de esfriar a superfície na medida em que para a área é condição manter alto índice de umidade do ar que depende do aquecimento de superfície de solo úmido também. Aragão (2009, p. 61) sobre nebulosidade diz “[...] cobrem grande parte do planeta, uma extensão de superfície que varia entre a metade e dois terços da superfície do planeta”. É uma cobertura que tem como fonte os oceanos e partes do continente como áreas formadoras dessas massas.

Existindo essa dinâmica atuante capaz de dar este efeito na distribuição das massas de ar conforme figura 13, na quantidade de precipitação que ocorre, não podemos deixar de observar que a chegada do Verão em seu solstício e do período inicial do equinócio de Outono que encontra seu máximo em março sendo responsáveis por térmicas diurnas menores não sendo capaz de intensificar efeitos a todos. É possível dizer que neste sentido há efeito significativo de estação do ano nos trópicos e em nossa região que encontra condição para atuar sistemas que modelam o tempo atmosférico.

Neste percurso, há tempo de favorecimento de massas para precipitação e de temperaturas menos extremas, como há outro período em que a combinação de condições meteorológicas e estacionais possibilitam que essas temperaturas comecem aumentar em suas médias diárias como em período de incursão de massas de ar subtropicais pelo interior do Brasil no Inverno (NIMER, 1989) se estendendo até o pico pelo mês de outubro.

Figura 13: Massas de ar – circulação normal sobre o Brasil



Fonte: Nimer (1989)

Este efeito não se dar sem a percepção de um mecanismo sistêmico em que atua com atividade terrestre responsável quando se presencia fenômenos que alteram a ciclicidade com a participação de eventos periódicos já observáveis. Verifica que tal mecanismo que está influenciando em dado momento estacional condicionando a realidade em que determinados insumos atmosféricos terão ações significativas ou não que pode ser que o clima conforme

Petersen et al (2014) pela classificação herdada de Köppen, seja definido por valores numéricos específicos para médias mensais de temperatura e precipitação sendo um parâmetro observável.

Conforme Mendonça (2014) no Inverno a massa de ar atlântica subtropical se desloca com mais intensidade pelo interior do Brasil, isso provoca a alteração e retração de outra(s) massa(s). Quando ocorre em intensidade, as médias de elementos atmosféricos são afetadas mesmo que em períodos mais curtos, o que pode afetar a estatística do tempo médio de determinado local como se pode entender:

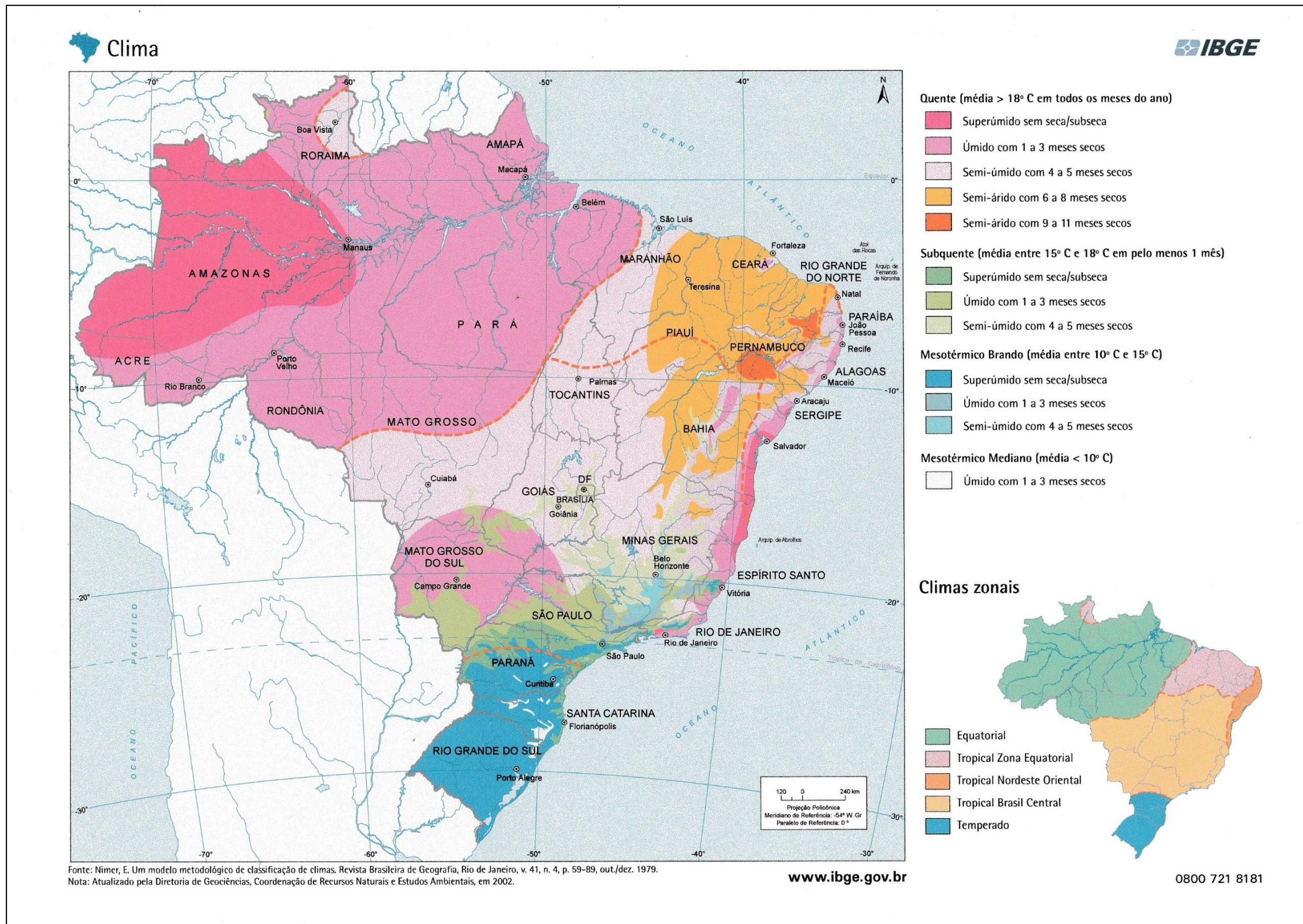
no Centro-Sul do Brasil, as gêneses das chuvas estão condicionadas à influência ou domínio das massas de ar Polar Atlântica (mPa), Tropical Atlântica (mTa) e a Equatorial Continental (mEc). Mudanças na dinâmica dessas massas de ar implicariam em alterações nos padrões pluviométricos e as consequências se refletiriam na amplitude interanual (MENDONÇA, 2014, p. 52)

O que se torna frequente é a existência de diferenças de pressões fazendo com que a circulação seja efetuada causando um aspecto nem sempre previsível. Para Ayoade (2015) a área tropical recebe a participação de número menor de massas de ar em relação à região das médias latitudes, o que pode contribuir com maior tempo de atuação de uma mesma massa de ar já que há sempre uma sucessão, entretanto, pode ocorrer calmarias em algumas áreas no interior do continente.

O IBGE (2002) apresenta carta do território do Brasil sobre clima com escala de 1:5000000 em que se verifica a abrangência de tipos climáticos que atuam sobre o território brasileiro. A região de Caxias/MA, portanto, de transição, com a variação de 6 a 8 meses secos típicos do Semiárido nordestino, com núcleos localizados em pequenos espaços no interior quantificados entre 9 a 11 meses secos pelo mapa divulgado.

Ao mesmo instante em outra escala menor, descreve os climas zonais em tipo de clima como tropical zona equatorial abrangendo estados do MA, PI, CE, RN, PB, PE e norte da BA em área muito pequena conferido na figura 14. Por essa cartografia, apenas o estado do CE, entre os integrantes, está totalmente na faixa do tropical zona equatorial. O caso do MA, sua porção sul cujo cone se limita com TO, PI, fica no domínio do tipo de clima Tropical do Brasil Central. Esta proposta se difere à de Nimer (1989) quando este autor demonstrou a variabilidade de ação de massas de ar conforme períodos dentro de estação do ano com exposição de linhas limites para cada massa de ar conforme seu período de intensidade de ação.

Figura 14: Mapa de regionalização climática e climas zonais - Brasil



Fonte: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#12> (2021)

Conforme a metodologia adotada pelo IBGE (2021) a questão de classificação do tipo de clima feito por Peixoto (1975) com a indicação de latitude de até 10° é convincente, levando-se como aspecto macro e criando um limite prático para a delimitação a cada área-clima o que pode apresentar alguma imperfeição como afirma Bertrand (2004). Nessa classificação, o detalhe que torna agravante é quanto aos limites estabelecidos de domínios morfoclimáticos.

O domínio amazônico, equatorial, neste caso vai além de 10° Sul, igualmente em divisão homogênea de delineamento. Desta forma se teria que observar a relação integradora e funcional da vegetação com essas formações climáticas ou regionalizações climáticas o que se impõem haver mudanças em suas condições caracterizantes, como efeito que inclusive leva em conta situação da latitude, da altitude que são interferências básicas, contudo, para a Amazônia segue um caso atípico por ser também centro de formação de massa de ar.

Referindo-se a ecossistema afirma Bertrand (2004, p. 143) “não tem nem escala nem suporte especial bem definido”. A partir de adaptação dessa condição posta por Bertrand à questão do meio, correlaciona-se também ao estudo de paisagem e de áreas climáticas, não havendo limites de ação/atuação definidos linearmente. Cita “a delimitação não deve nunca ser considerada como um fim em si, mas, somente em relação com a realidade geográfica (op. cit. p.144)”.

Sendo que as regiões são identificações baseadas entre semelhanças e diferenças entre espaços, ou seja, se encaixa aquilo que é mais homogêneo, em razão daquilo que está sendo heterogêneo produzindo aspectos divergentes do que está no conjunto que se distancia aos demais. Para Petersen *et al.* (2014, p.148), realizar a classificação climática é fazer diferenciação, “ajuda a explicar a distribuição geográfica de outros fenômenos relacionados a ele e de importância para o meio ambiente e para os seres humanos”.

Aplicando-se esta compreensão da natureza climática, no caso de área de transição é possível a partir da fisionomia vegetal que haja interferência de pelos menos dois sistemas de formação de tempo que regulam as condições como em Caxias/MA que atuam levando em conta períodos de estações do ano em que a Amazônia consegue dar resposta à atmosfera com sua evapotranspiração e a chuva, e, a região do Sertão com sua paisagem contendo tipo vegetacional estacionário também oferece sua cota com a massa de ar equatorial atlântica, seca, a partir da estação Inverno, com área entre ambas formando um perfil de ecótono, ou seja, um ambiente que se assemelha aos dois biomas evidenciando a grandeza de riqueza na diversificação de flora e fauna quanto ambiente que não é uno, específico de uma característica (IBGE,2012).

Na classificação de Köppen (1936), apud Machado e Torres (2016) nota-se uma subdivisão conforme parâmetros que vão da temperatura a umidade. O modelo é amplamente utilizado em estudos climáticos no Brasil ainda que sua natureza quantitativa seja relativa a elementos como temperatura, precipitação, distribuição de chuvas e umidade esteja explícita como destacam Torres e Machado (2016), contudo, sua composição da diferenciação dos tipos de climas se dar por meio de nomenclaturas dos cinco tipos em símbolos alfabéticos maiúsculos e minúsculos seguidamente sintetizando as particularidades entre o úmido e o árido respectivamente.

Esta metodologia do Köppen (1936) segundo Torres e Machado (2016), associa clima com vegetação. Assim, os domínios climáticos de Ab'Sáber (2007) estão em consonância com o modelo como igualmente a noção de paisagem de Bertrand (2004) quando afirma que esta categoria é um espaço combinado dinâmico de elementos biológicos, físicos e antrópicos conjuntamente evoluindo. A classificação reflete a grade do quadro 3.

Quadro 3: Classificação de climas tropicais de Köppen

<b>Tipo</b>	<b>Grupo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Subtipos</b>
A	CLIMAS TROPICAIS CHUVOSOS	Af Aw Am (As)	Clima tropical chuvoso de floresta Clima tropical savana, com chuva verão Clima tropical de monção Clima tropical, quente úmido, com chuvas de inverno (adaptação do modelo original)
B	CLIMAS SECOS	bSh BSk BWh BWk	Clima quente de estepe, semiárido Clima frio de estepe, semiárido Clima quente de deserto, árido Clima frio de deserto, árido

Fonte: Adaptação de Torres e Machado (2016); Ayoade (2015)

Dentro desta classificação de climas tropicais de Köppen (1936) nota-se que há uma dificuldade em classificar o clima para com algumas áreas dentro da dimensão tropical inclusive aqui no Brasil tratando-se de localidades serranas que estão com cota altimétrica em média de 790 m possuindo microclimas com temperaturas que não se encaixam nas médias diárias tanto do grupo A como o B. São microclimas frios de altitudes como ocorre na cidade de Garanhuns (PE) 873 m, do tipo As, Bshs e Cs'a (BARBOSA; SOUZA; GALVÍNCIO; COSTA, 2016) e Tianguá (CE) 792 m de altitudes cujo clima da cidade do tipo Aw (CLIMATE-DATA.ORG, 2020).

Como a região tropical se diversifica em diferentes parâmetros de análise e, em tese o que se avalia aqui é a questão ligada ao clima, que neste aspecto também se observa a região

tropical no Brasil tentando se chegar à compreensão mais acurada da dinâmica de fatores que provocam alterações nas médias térmicas inclusive na área de estudo, é necessário que para se entender a dinâmica atmosférica recorrer-se a noções de origem e circulação normal de massas de ar.

Para Nimer (1989) há as massas equatoriais e massas tropicais como principais que estão frequentemente agindo no território nacional. As massas equatoriais se formam em quatro origens: uma na zona dos alísios SE do anticiclone do Atlântico Sul, onde surge a mEc; outra na zona dos alísios de SE do anticiclone do Pacífico Sul de onde surge a mEp; zona dos alísios de NE do anticiclone do Atlântico Norte que forma a mEn e a zona aquecida e composta por florestas e savanas onde se presenciam as calmarias do regime depressionário continental fazendo surgir aí a mEc.

Já para as massas tropicais de zona de ventos variáveis divergentes das calmarias subtropicais atuam conforme a combinação de períodos em que o nível de temperatura oscila tanto no interior do continente, como pelo lineamento do litoral brasileiro (TORRES; MACHADO, 2016). O anticiclone semifixo do Atlântico ajuda distribuir condições entre áreas mais distantes. Sobre as massas tropicais, elas terminam servindo na análise como indutoras, às vezes, de deslocamentos de outras que exercem influência na região do Maranhão, principalmente para o leste do estado como o próprio curso da mEan entre as estações Verão e Outono (op. cit.).

O que está no alcance de entendimento é o deslocamento de massas equatoriais. Neste sentido a área de atuação de cada massa de ar e sua posição conforme ocorrem os meses e, as estações do ano produzindo, assim, configurações distintas em toda a área mais norte do NEB. Conforme Nimer (1989) é no Verão que ocorre a expansão da influência da massa que se origina no continente sob forte aquecimento na região do doldrum que se beneficia de ventos que chegam direcionados pela vertente atlântica por onde a ZCIT transborda sua influência no interior do continente a partir de certo período principalmente no outono.

Essa relação citada por Nimer (1989) a saber: “os alísios de NE do anticiclone do Atlântico Norte (mEn) sob efeito do grande aquecimento terrestre, são aspirados para o interior do continente, formando a monção do verão do norte do Brasil, essa fortalece a mEc (NIMER, 1989, p. 12)”. É o sistema de temperaturas que provoca essa nuance de massas de ar fazendo alargar seu domínio e, depois, regredir sua influência como no período do Outono em que a ZCIT passa a dominar mais o território brasileiro decaindo para o sentido sul atingindo extensão latitudinal de até 6° sul.



É de conhecimento que a ZICT é um dos principais fatores que provocam a precipitação pluvial no norte do NEB. Como é posto por Nimer (op. cit.) isto se dar em condição normal de circulação geral. Moreira (2011) diz que a circulação no continente sul-americano é a ação combinada entre a mEc e mTa que se movimenta em sentido oposto no Verão fazendo com que a mEc avance até o Sertão nordestino, empurra a mEa que “estivera sobre as demais áreas, de volta para o oceano (MOREIRA, 2011, p. 25)”. Essa massa atua no período do Inverno sobre o NEB. No Inverno, a mEa está sobre praticamente todo o NEB, época sem chuvas no seu interior, recuando a mEc ao interior da Amazônia, alto Solimões (MOREIRA, 2011).

Segundo Moreira, “dominam o espaço brasileiro, [...] as temperaturas sempre elevadas e um regime térmico de estações sempre quente o ano inteiro (MOREIRA, 2011, p. 25)”. É devido a estas condições ambientais que desencadeia a diversidade de climas, a questão da precipitação que se faz também mediante a combinação de estações e atuação de massas de ar, além de outros fatores que ocorrem periodicamente como El Niño e La Niña e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) que surgem ora de forma positiva ou influenciando contrariamente como os períodos de El Niño fraco, moderado ou forte que causam conjuntamente a outros fatores desarranjos na circulação regional afetando o volume de chuvas nos períodos normais.

### 5.1.2. Caxias/MA e a área de transição geográfica

A localização da Caxias/MA em uma porção do estado denominada de leste maranhense vai além da condição de regionalização. A cidade fica entre condições geológicas que assumem fisionomias de pelo menos três ambientes ecológicos. Essas unidades por vez, estão presentes porque não há uma definição de domínios que sustente a caracterização única para a região. Assim, Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) citam que

as normas locais da diferenciação geográfica estão submetidas a uma organização espacial e temporal, fundamentada no sistema de relações interiores que se estabelecem entre as partes componentes. A difusão e interação dos complexos naturais de vários níveis que se manifestam mediante a organização espacial das diversas unidades é conhecida como estrutura morfológica ou horizontal da paisagem (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004, p. 88).

O que se extrai dessa colocação dos autores é que no ambiente há uma relação de formatação de tipos de paisagens que vão refletir os processos naturais que são inerentes para que uma característica seja assumida por determinado conjunto de elementos naturais como as formações vegetais ainda que não se consumando caracterização geral. Rodriguez et al (2004) ainda comentam que o principal de qualquer paisagem está na homogeneidade de suas condições próprias isto para qualificar sua evolução genética.

Para Rodriguez et al (2004) a paisagem local já foi parte de um amplo conjunto natural, o que também é visto como aspecto ligado à questão da transição em si sendo o processo de mudança natural, onde, de alguma forma já deve ter sido lugar de determinada paisagem definida homogeneamente no passado, certamente possuindo pelo menos uma identificação própria quanto adaptação a temperatura elevada.

Medeiros *et al.* (2012) adiantam que para a vegetação a quantidade de energia é fator determinante para sua evolução. Assim, não apenas a luz é necessária para suas funções principais, mas, o resultado dessa luz, a energia, através da temperatura forma uma forçante que pode contribuir ou até inibir o processo de desenvolvimento de certas formações vegetais. Afirmam “verifica-se que a temperatura do ar tem um efeito claro no desenvolvimento dos seres vivos, animal e vegetal” (MEDEIROS *et al.*, 2012, p. 284).

A temperatura assim é apenas um dos fenômenos naturais que interferem no processo de formação e modulação dos tipos paisagens naturais que aparecem na região da transição geográfica que também é conhecida como Meio-Norte. Sadourny (1994) afirma que clima e vegetação têm muita ligação quando cita que nas florestas, a energia solar absorvida se traduzirá em precipitação depois, como observa inversamente o efeito da vegetação sobre o clima que não pode ser questão de albedo porque esta vegetação influencia através da umidade do ar o ambiente, com seu elevado teor de vapor.

Neste caso uma relação entre atmosfera e formação vegetal é bem mais desenvolvida como são as florestas. E, na zona onde não há o desenvolvimento de florestas igualmente, o teor de evaporação também é constante, mantém a troca de energia e umidade do ar sendo que diminui a taxa de evapotranspiração devido aos tipos de formações vegetais e suas estruturas como o Cerrado. O Cerrado, é vegetação adaptativa a condições ambientais com elevadas temperaturas durante certo período do ano. Adapta-se a solos pobres e à escassez de precipitação também (AB’SÁBER, 2007).

A vegetação sofre efeito do clima por agir sobre o solo, da química e da física do solo, da disponibilidade de água e nutrientes (PCMBBC, s/d). Para o MMA (2009) a região de estudo desta pesquisa é recoberta por vegetação definida como floresta estacional decidual e

semidecidual, aspecto que confere ao Cerrado seu prolongamento no sentido sul do estado. O bioma Cerrado possui cerca de 4,918 bilhões de toneladas de biomassa acima do solo, além de ser um forte capacitor de infiltração de água servindo como fornecedor de nascentes para vários rios regionais.

Uma das principais feições da flora do Cerrado está na dinâmica de diferenciação de formações vegetacionais no ambiente. Tem para lugares distantes de curso d'água um formato que possui pouca vegetação arbustiva, sendo esparsada, seguindo para áreas mais próximas de cursos d'água, tomando aspecto mais denso e apresentando sequenciamento de tamanhos da vegetação, sendo que por conta dessa particularidade, há semelhança até com outras formações vegetais. Os níveis de perda das folhas dependem do solo, das condições química, físicas e da capacidade de retenção de água (PCMBBC, s/d).

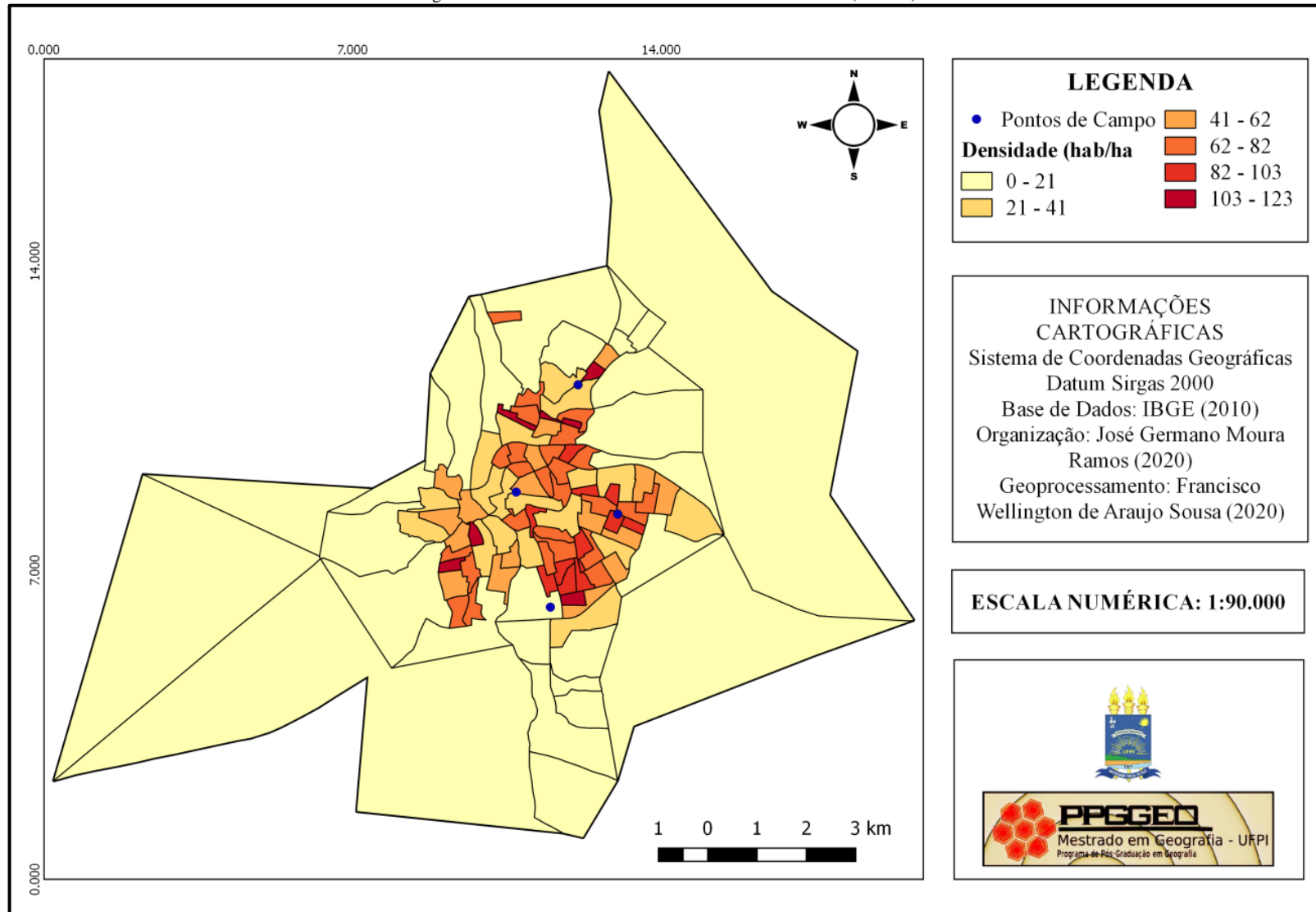
A cidade de Caxias/MA também possui outras formações vegetais em seu entorno e no próprio município a exemplo da Caatinga em que aparece em porções não muito contínuas. Não determina tipo da fisionomia de forma ampla, visto assim por uma incapacidade de autodesenvolvimento de cada bioma como domínios de natureza.

A Caatinga é um bioma que tem domínios de vegetação baixa e arbustos cuja característica geral perdem folhas no período seco variando índice pluviométrico de 300 mm a 800 mm anuais formando não apenas uma característica fisionômica da vegetação, sendo muito heterogênea formando distintas paisagens dentro de seu domínio conhecidas únicas em que há rios perenes, temporários, lagoas em áreas úmidas temporárias. Seu estoque de biomassa acima do solo é de 3,108 bilhões de toneladas (MMA, 2009).

Portanto, Cerrado e Caatinga, compõem os dois biomas juntamente com as matas ou florestas dos babaçus, sendo esta aparentemente mais adaptada ao meio físico-climático específico já que seu porte estrutural é maior com boa umidade, baixa insolação, precipitação elevada e temperaturas acima de dos 30° C, sem nenhum forte desconforto e entre estratos vegetacionais há população de mais 150.000 habitantes no município caxiense (IBGE, 2010).

A população urbana caxiense conforme constatou IBGE (2010) nas zonas sul, leste e norte além do centro como se pode observar pelo mapa da figura 15 que destaca por setores a concentração de pessoas por hectare isto devido ao método de trabalho e disponibilidade de dados pelo IBGE os trata como partes ou setores urbanos.

Figura 15: Caxias/MA - Densidade urbana (2010)



Fonte: IBGE (2010). Org.: Ramos (2020). Geoprocessamento: Sousa (2020).

Pode-se observar que entre os pontos de coleta de dados a maior concentração está no ponto 4 (COHAB, a Leste); a mais baixa concentração fica no ponto 2 (Volta Redonda, Sul) e, os pontos 1 (Centro) e 3 (Norte) mantendo relativa média de densidade demográfica. Conforme o Plano Diretor do Município de Caxias/MA – PDMC, (2006) devido ao zoneamento geográfico dos bairros, as zonas que estão à direita da margem do Rio Itapecuru concentram mais bairros e consequentemente população (SOUSA *et al.*, 2015).

Conforme o IBGE (2010) os residentes urbanos somam total de 118.534 o que corresponde a mais de 76% do número de habitantes do município. A figura 16 retrata a mancha urbana mais acentuada a leste do Rio Itapecuru com concentração que na escala de 1km percebe-se a pouca existência de áreas não tomada por algum tipo de uso. O crescimento urbano se faz com pouca sequência ao rio, com novas áreas urbanas nas direções norte, leste e sul.

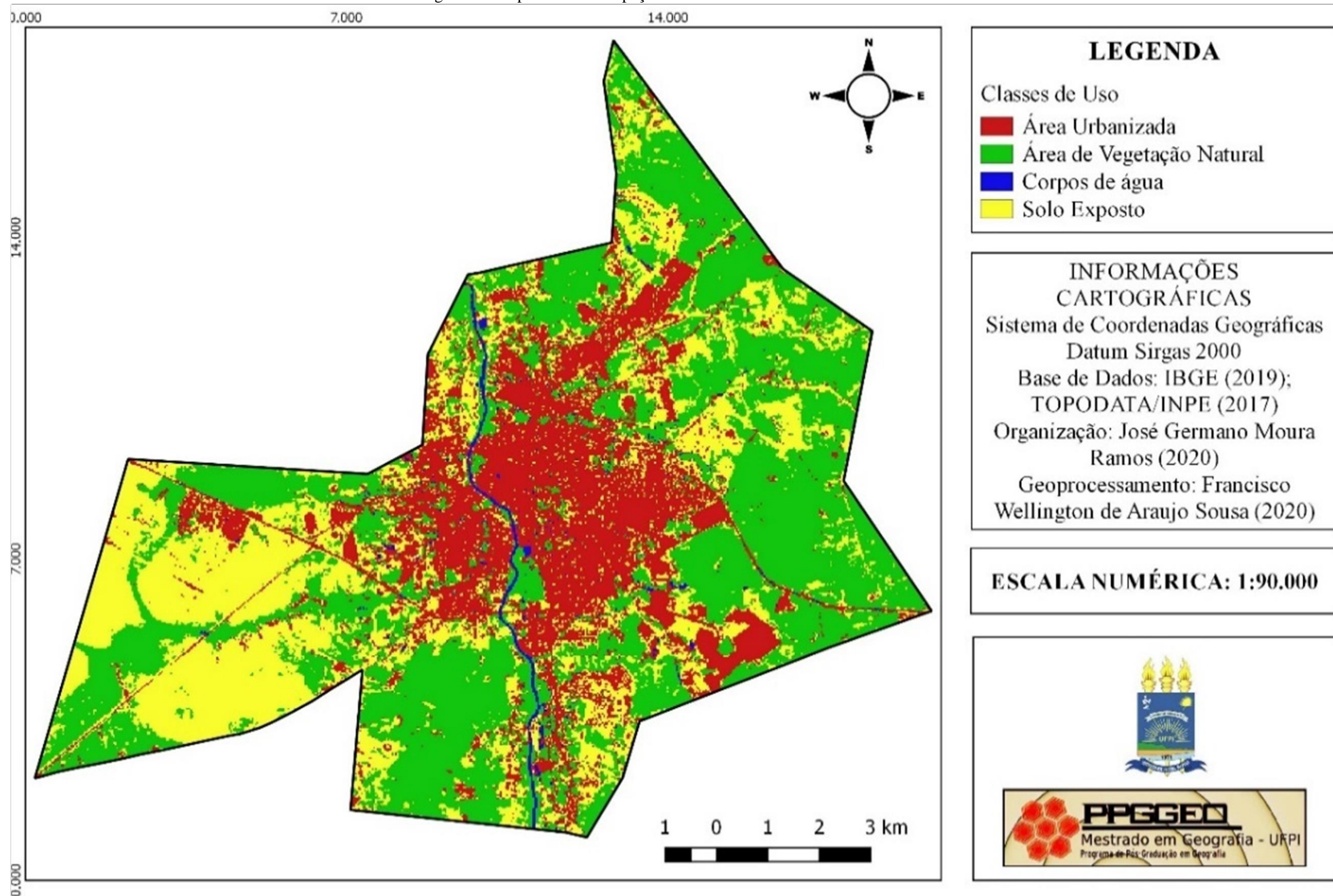
O município apresenta IDHM de 0,624 e índice de escolaridade (IBGE, 2010) de pessoa 6 a 14 anos de 95,2%. O quadro que apresenta a partir dos últimos dados do censo de 2010 (IBGE, 2020) essa evolução do IDHM mostra em 1991 0,357; em 2000 chegando a 0,469 para no final da primeira década do século XXI índice de 0,624 do Censo Demográfico.

A localização de Caxias/MA dentro da faixa geográfica denominada de tropical a poucos graus sul (4° 51'S 43°21'O) do círculo máximo, Equador, é bem servida da fonte principal de energia, a radiação (AYOADE, 2015). Caracteriza-se por presença de domínios fitogeográficos próximos da floresta amazônica e da Caatinga que ultrapassa o Rio Parnaíba de leste a oeste, em pequenos enclaves além do Cerrado da região central do Brasil (AB'SÁBER, 2007). Entremeados a esses dois geossistemas estão os babaçus conforme Nova Cartografia Social dos Babaçuais (2018).

Neste conjunto paisagístico que é chamado de transição Ab'Sáber (2007) diz ser “um conjunto especial de certa ordem de grandeza territorial – de centenas de milhares a milhões de quilômetros quadrados de área – onde haja um esquema coerente de feições de relevo, tipos de solos, formas de vegetação e condições climático-hidrológico” (AB'SÁBER, 2007, p. 11-12). Pode ser encontrado com o que é descrito como “setor de fatos fisiográficos e ecológicos, que podem se repetir ou não em áreas vizinhas e que na maioria das vezes, não se repetem em quadrantes mais distantes” (AB'SÁBER, 2007, p. 12).

O mapa da figura 16 demonstra como o uso desta faixa de vegetação dentro do ambiente urbano que se intensifica em maior área do lado direito do Rio Itapecuru destacando que do perímetro urbano delimitado, a parte ocupada em vermelho, constata-se que a presença de área verde é muito pequena. A densidade já é muito forte.

Figura 16: Mapa de uso e ocupação do solo urbano de Caxias – MA em 2017



Fonte: IBGE (2019); TOPODATA/INPE (2017). Org.: Ramos (2020). Geoprocessamento: Sousa (2020).

A partir dessa descrição do significado de um domínio com a atuação solidária de vários fatores naturais que se complementam para gerar uma fisionomia característica compreende-se o que é chamar determinado espaço de área de transição, como faz ser percebida a relação associativa entre tais fatores como:

poderia parecer lógico que entre o domínio A e o domínio B pudessem ocorrer transições ou contatos em mosaico de A+B. No entanto, a experiência demonstrou que podem registrar-se combinações de A+B passando a C, ou de A+B passando a D; ou ainda de A+B, incluindo um tampão Z (AB'SÁBER, 2007, p. 12)

A noção de integrar um tipo tampão, assim designado, põe a natureza da área muito mais emblemática. Surge dentro dessa forma um vazio pelo que se põe como se não fosse possível um tipo florístico ser ocupado. Este processo de tentativa de integração natural que se presencia pode ser uma permanente ação de perturbação que um desses tipos mantém, ou, é acometido na área tentando ampliar sua extensão, seu espaço de fixação.

Em outro sentido, a transição é uma zona de instabilidades ecológicas (AB'SÁBER, 2007) que tem no processo de adaptação dos elementos a períodos que se manifestam com limites de tempo de ação. Neste sentido, quando se observa o modelo de circulação normal de massas de ar no Brasil considerando a dinâmica das estações e de deslocamento das destas massas, há uma situação que envolve as duas estações que para a área em estudo apresenta especificidade marcante.

Trata-se de estações Inverno e Primavera. Da estação intensa e fria em partes do Brasil o rigor provocado por massas frias é característico e, outra como a Primavera que é a transição de tempo para o Verão, da diminuição do frio e do restabelecimento do período diurno mais longo. Com estas estações, as massas têm posições diferentes formando as duas estações o período mais extenso do ano (NIMER, 1989). Vale ressaltar que no município de Caxias/MA a influência destas estações não se dar com a queda da temperatura de forma intensa, mas com a penetração de massas que dão condição seca e limitam chuvas.

Para o Inverno a região *lócus* tem ação majoritária da massa equatorial atlântica segundo Nimer (1989), já para Torres e Machado (2016) ocorre a penetração das mEa e mTa juntas que embora tendo origem no Atlântico, contudo, mais úmidas, direcionando-se no sentido realizado pela circulação da ZCIT, ao norte, ao centro do continente e do Brasil, ou seja, com alísios de SE-NE, posteriormente mudam sentido para se deslocarem do continente ao Atlântico em direção contrária ao movimento de relógio. Na Primavera, a persistência da massa equatorial

atlântica sobre parte do NEB, em parte da região Norte e do Centro-Oeste continua associada com a tropical atlântica, ambas sem promoverem precipitação pluvial na zona de transição nordestina contando com aspecto da geomorfologia regional.

Este período de estiagem acompanhado das duas estações do ano (Inverno e Primavera) mantém nível de precipitação baixo em virtude da atuação das referidas massas de ar que têm origens e características diferentes, representa seis meses do ano consecutivos impondo à região um limite hídrico que reflete no conjunto paisagístico conforme Ab'Sáber (2007) mencionar que força não existir a fixação de padrões da paisagem específicos de um domínio paisagístico contínuo de suas combinações, bem como, da área com adensamento como cocais, matas secas etc.

A situação da circulação regional se dar em condição normal como diz Nimer (1989) que significa existir outros períodos que ocorrem perturbações na atmosfera afetando o deslocamento e ação desses sistemas produtores de tempo podendo agravar a situação tempo-meses de registro de baixas precipitações a exemplo de ocorrência de El Niños Oscilação Sul com suas intensidades. Um dos El Niño cuja fase mais crítica ocorreu entre 2015 e 2016 é uma dessas anomalias.

Para a região de Caxias/MA normalmente a área de predominância dos babaçus há um detalhe que a mantém como grau de risco menor. Frequentemente a área por se tratar de vegetação de poste médio alto, com vegetação de fibras, lenhosa, mais fechada, perene na configuração de sua capacidade de resistir aos períodos mais secos, mantém um ambiente abaixo da copa das árvores em menor intensidade de aquecimento isto porque há variedades de espécies.

Esta dinâmica onde predominam os babaçus com palmeiras que se elevam no geral, mais do que a maioria das árvores, gera um conjunto de situação peculiar chamado floresta do babaçu “originando o “babaçual” que domina inteiramente a paisagem e faz parte da Vegetação Secundária” IBGE (2012, p. 79). Mas, onde ocorrem as áreas de manchas de Cerrado com a cobertura diferente à do domínio do babaçu, verifica-se que há vegetação lenhosa esparsamente e gramíneas sendo majoritariamente. Nesta área de Cerrado não se consegue reter a energia solar na copa com a forte insolação de alguns meses, possibilitando que solo seja mais afetado com perda de umidade mais rápida, sofre com mais ação física, com ventos que contribuem para transformar a condição favorável de umidade do curto período chuvoso diante dos do segundo semestre.

Neste sentido o último período de formação da anomalia El Niño no Brasil que culminou em 2016, Silva *et al.* (2017) analisaram o período de 2010 a 2016 no Maranhão sobre



perspectiva do evento da seca e dos impactos que a mesma provocou. Para cada ano analisado pelos autores, a região leste maranhense apresentou déficit no índice de chuva conforme a comparação à normal climatológica da região pelos meses. Os resultados indicaram apenas uma vez, na série, contendo 6 registros (meses) com índices inferiores à média; os demais anos tiveram registros acima de deste total chegando até 11 registros de baixo índice pluviométrico da região durante o ano de 2015.

Nas variações de porcentagens, este índice chegou à média de até -98,22% em dezembro de 2011 e -85,78% em agosto de 2016. A constatação feita pelo estudo de Silva *et al.* (2017) mostra o quanto a vulnerabilidade ambiental aumenta na região o que se intensifica também caso esses períodos de anomalias negativas (quando El Niño desfavorece a média pluviométrica da região) aconteçam em períodos muito próximos uns dos outros em que se amplia a situação de agravamento hídrico conforme o nível de intensidades de cada evento do fenômeno marítimo do Pacífico Sul que transforma os sistemas de circulação local e regional atuantes na região que inclui Caxias/MA dificultando manter sua média de precipitação de 1537 mm anuais (SOUSA *et al.*, 2015).

Bertrand (2004) já mencionava que delimitações geográficas são próprias, pessoais, sendo difíceis de se tentar criar limites e impossível para os fenômenos em suas ordens de escala terem limites bem definidos. Há alguns que chegam à condição mais prática ao fazer essa distinção como Ab'Sáber (2003) empregou seu método de diferenciação dos domínios de natureza. Há outros aspectos que não dão a mesma margem de clareza como Bertrand (2004) expõe o grau de impossibilidade de limites principalmente quando o tamanho escalar de área é muito pequeno, quando ocorrem as características tampões ou de surgimento de descontínuas paisagens intercaladas também dentro de um domínio mais amplo como exposto por Ab'Sáber (2003).

A paisagem entre a Amazônia, a Caatinga e o Cerrado como interação geográfica é interessante. Uma área geográfica que nela se pode atribuir também a identificação de região diferente talvez de usual colocação quando se aplica ao termo uma natureza própria que distingue determinados limites de outras que estão por perto. Quando Ab'Sáber (2003) atribui à região fitogeográfica nomeação de domínio utiliza 'valores' naturais que lhe conferem especialidade. Forma ambiente natural que desenvolve interações ecológicas constituindo sistemas ou, simplesmente, ecossistema através de ordenamentos naturais existentes caracterizando essa composição como dizem Lago e Pádua (2004) quando veem que sem essa relação não pode existir um meio natural em condição de manter-se e continuar sua evolução.

Dessa forma para eles é necessário:

1. Interdependência; 2. Ordem dinâmica; 3. Equilíbrio autorregulado; 4. Maior diversidade; 5. Fluxo constante de matéria e energia e 6. Reciclagem permanente.

Estas dinâmicas revelam a condição que o ambiente apresenta para assegurar que seus processos ocorram. São condições vitais para a vida, para a biodiversidade que por característica existe em um domínio. Quebrar um arco desse elo implica chegar a alteração impactante o que se pode chamar de capacidade de fragilidade existente.

Ross (1993) trata da fragilidade dos ambientes visto pelo contato/domínio humano, como da própria funcionalidade deste que depende de “estrutura físico-biótico do estrato geográfico se consubstancia nas diversas camadas em componentes da natureza tais como a baixa atmosfera, a hidrosfera, a litosfera e a biosfera (ROSS, s/d, p. 65)”. Todos estes componentes ambientais são partes que em conjunto dão forma a certo aspecto de paisagem natural. Se em determinado espaço, diga-se, região, há manifestação de elementos que estão em contínuo processo em outros distintos, um tipo germina deste ambiente A ou B, mas, havendo permanente competição para formar interação entre esses diversos elementos diferentes.

Bertrand (2004) no tocante a paisagem diz que é inerente à zona, domínio e região, faz a distinção escalar e logicamente sobre o que é caracterizado em tal aspecto como maneira de imprimir à paisagem significações.

Neste modo, volta-se dentro dessa ótica de paisagem, ao que Lago e Pádua (2004) reconhecem que em um ecossistema onde existe a interdependência, há um ecossistema que demonstra que tudo está relacionado com tudo, de forma que um elemento alterado, afeta a fisionomia do conjunto. Eis que isto reforça a questão de que neste nível de organização ecológica essa transição é simbólica de que houve a alteração de pelo menos um elemento do sistema, seja por qual razão for, mas opera para dar essa natureza à paisagem mista que não é única por maiores áreas onde apareça.

O conjunto fitogeográfico que é sempre representado nos mapas de identificação local é o do Cerrado, portanto, sua extensão até o baixo médio Itapecuru (em Caxias/MA) não se constitui como padrão. É um consorciamento que está num corredor ecológico do Cerrado ficando cada vez mais estreito ao norte. Também evidencia a questão da atmosfera e sua circulação secundária e terciária. Esta última é uma tensão e instabilidade produzindo troca de energia e a desejar evapotranspiração nos meses do Inverno, Primavera e Verão, principalmente em seu início.

A conjugação de ação destas massas de ar que chegam desfiguradas (TORRES; MACHADO, 2016) agregando o vapor d'água no período seco, expõe a incapacidade de

alimentar novamente outras massas e provocar condensação suficiente para níveis de precipitação ao passo que carecem de algo mais. Barry e Chorley (2013) argumentam que as nuvens podem se formar para condição de chuva em pouco tempo antes da sua precipitação.

Sabe-se que é a contribuição da transferência de vapor Terra-atmosfera com possibilidade de gerar condensação e precipitação além de contar com certo número de partículas de aerossóis que facilitam a formação do processo, pois, “o resfriamento do ar além de seu ponto de orvalho não é suficiente para provocar a condensação na atmosfera. Isso porque a condensação ocorre com maior dificuldade caso o ar esteja límpido (AYOADE, 2015, p.146)”. Fato que é muito previsível quando essas massas de ar conseguem chegar sem terem se descaracterizado em todo processo que as originou em centros bem distantes.

Não havendo a formação constante de nuvens, os fenômenos passam a representar situações diferentes com muito aquecimento e pouca possibilidade de chuva na medida em que os núcleos de condensação podem não ocorrer de modo normal. Para Christopherson (2012) incluindo questão relativa ao processo de formação de nuvens, diz

a água simplesmente não condensa entre as moléculas de ar. A condensação exige núcleos de condensação de nuvens, partículas microscópicas que sempre estão presentes na atmosfera. Massas de ar continental têm, em média, 10 bilhões de núcleos de condensação de nuvens por metro cúbico (CHRISTOPHERSON, 2012, p. 192).

A temperatura atmosférica ganha importante sentido com a umidade existente e a relação de ventilação para a condição de conforto térmico ser favorável ou não em dado ambiente.

## 5.2 CLIMA URBANO E SUAS VARIAÇÕES

### 5.2.1 Noções sobre Clima Urbano

O espaço urbano foi o grande laboratório ao Prof. Dr. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro em diversas décadas de estudos. Utilizou este fragmento terrestre para aplicar métodos que dessem respostas às inúmeras formulações, ou respostas do ambiente vivido por todos. A cidade é um aglomerado de relações, é o ambiente das pessoas vivas e mortas. O

desenvolvimento das técnicas deu a cada instante à cidade uma nova interpretação que se soma às inovações dadas ao conjunto de elementos anteriores.

No bojo do conceito urbano, ao agregar as formas, conteúdos, funções e modelações da topografia original, a camada superior à superfície vai sendo atingida também. Acima da cota do relevo dominante em uma cidade a camada de ar está atuando recebendo insumos que este espaço provém. A região equatorial caracteriza-se por ganho de energia constante em maior proporção e em condição para a manutenção de grandes áreas verdes de formas diversas.

Para o caso de cidades, dito por vários estudiosos como Amorim (2010); Ayoade (2015); Barry e Chorley (2013); Christopherson (2012); Mendonça (2015); Monteiro (1990a); Monteiro (2009); Ugeda Júnior e Amorim (2016) há um espaço que recebe essa energia que a acumula e reflete a partir do solo, das edificações e de outras superfícies. Afeta assim a umidade, temperatura e precipitação.

Para o conjunto como forma de análise fala-se em temperatura no e sobre o ambiente urbano. Um produto gerado com o grau de transformação e produção de emissão de partículas leves que fluem na baixa camada da atmosfera importa em núcleo de condensação necessário ao meio para concentração de elementos voláteis na formação da nebulosidade que além do vapor de água, há ainda impurezas encontradas no ar (TORRES; MACHADO, 2016).

A temperatura é um resultado processado por certo momento e em determinado lugar com a interação de diversos elementos. Dentro do escopo urbano aparecem conjuntos de vários elementos que provocam a mudança de valor representativo. Fluxos de pessoas, veículos, emissões de gases industriais, de poeira, de ar circulante concorrem com a adição de grau térmico que varia conforme as formas e suas composições dentro do que Monteiro (2009) nomeia de caixa preta.

Uma cidade média, foge de certos parâmetros que são observáveis em centros maiores e mais densamente disputado diariamente. Amorim (2016) reforça a necessidade de realização de estudos sobre clima urbano de cidades de todas as dimensões geográficas. Para a pesquisadora, o ambiente urbano deve ser visto como potencial complicador do clima. A temperatura é um fator que imediatamente reflete algum resultado sobre a superfície urbanizada.

A terminologia clima urbano é concepção científica empreendida em determinado momento como método de desenvolver particularidade de estudo que está voltado a certo aspecto comum a qualquer lugar (cidade) mas, que neste ambiente urbano, assume a carga de muitas reações atribuídas por toda e qualquer condição estabelecida pelo Homem em espaço por ele adaptado. O urbano se dar neste ambiente que foi criado há muito tempo ou milênios

antes com o surgimento da cidade que por vez substituía outra forma organizacional. Dessa forma, encontramos em Munford (1965) apud Sposito (2014) a sugestão de origem dada à cidade sendo gerada no entorno da figura do rei e sua realeza. “Na implosão urbana o rei se coloca no centro: é ele o imã polarizador que atrai para o coração da cidade e coloca sob controle do palácio e do templo todas as novas forças de civilização Munford (1965) apud Sposito (2014, p. 16)”.

Assim, urbano é um consorciamento com a cidade como parte. Continua hoje, no século XXI, tendo muito mais complexidade do que no passado de 100 anos ou mais. Este véu “urbano” é síntese de grandes transformações principalmente com o número de habitantes que agrega. Neste caso, sua leitura não se restringe apenas ao campo de visão econômico que opera diariamente. Mais aspectos para entendê-lo são movidos diariamente com outros olhares sobre a condição em que se ergueu, como funciona e estabelece vínculo com o ambiente e seus diversos elementos.

Os objetos constituintes que Santos (2012) tanto examina como sendo partes de um sistema de relações, estão ao mesmo tempo na ótica de quem estuda a atmosfera sobre este espaço. Neste espaço urbano também há diversas naturezas atuando em modo integrado, sistêmico que interferem no condicionamento do estado da camada gasosa produzindo em conjunto com dinâmicas regionais, uma especificidade.

A atmosfera vista sob o aspecto da intervenção do espaço terrestre pode ser mencionada como a “espacialização aérea” justamente neste circuito em que a troca de energia se faz em certa maneira com capacidade de se diferenciar. Flannery (2007) emprega a expressão destacada antes como metáfora para representar o que a atmosfera de fato é dentro de qualquer parte da superfície terrestre. Chamando-a de “o grande oceano aéreo”, isto porque a simetria entre os dois espaços, líquido e o gasoso, pode estar na condição apenas de diferença entre o estado da água. Este oceano aéreo é o motor de prover as condições sobre a superfície, em perenemente mudança e alteração momentâneas, inclusive, no albedo de uma cidade.

A dinâmica urbana com as diversificações de atividades e funções, como igualmente de diferenças de formas só foi adquirindo mais fatores que podem estar em consonância com padronização de um certo nível de constância dos elementos físicos como a atmosfera historicamente. A base que inicialmente ampara esta lógica vem do trabalho de Bertalanffy (1973) ao reconhecer em que as relações sendo antrópicas ou naturais, se dão em modo conjunto estabelecendo nexos de funções e resultados a partir do que há na superfície em contato com a atmosfera, esta, atuando na qualificação de seus constituintes.

Por vez, fica ao ponto de ser afetada a base inferior da atmosfera de contato com a superfície limite (BARRY; CHORLEY, 2014). Silva (2016) diz que para não ser simplificado demais com a concepção de parâmetros vistos por modelos matemáticos, já que o clima sobre o aspecto geográfico se materializa em diversos tipos de tempo que são convividos pelos habitantes das cidades. Isso mostra que o clima de uma cidade não deve ser tomado isoladamente sendo um agregado de tempos também.

Este encaminhamento de metodologia para analisar o clima como uma relação interfenômenos em sequência foi desenvolvido por estudos de Monteiro (1976) apud Silva (2016) quando não apenas dar nova visão ao estudo de clima nas cidades, como transforma as concepções e metodologias empregadas até então, com o desenvolvimento de seu Sistema Clima Urbano (SCU). A proposta pauta, antes de tudo, a necessidade de estudo mais profundo e acolhido dentro das ciências como indispensável.

Através do SCU estabelece canais que sintetizam os vetores que ligam à questão climática, servindo não apenas ao âmbito urbano, mas, sobretudo à análise deste espaço que produz transformações constantes. Estabelece um canal Termodinâmico, envolvendo toda a relação existente com características da atmosfera; o Físico-Químico com sua especificidade nas relações com o ar e sua qualidade verificada e o Hidrodinâmico em que está centrado no domínio das atividades e efeitos que a circulação atmosférica pode desenvolver com chuvas, variações desta precipitação, períodos mais e menos chuvosos etc.

A partir dos trabalhos de Monteiro nos anos 1970 a ciência climatológica no Brasil passa a compreender a relação entre cidade e meio ambiente como dois fatores que não estão dissociados na produção do tempo e, conseqüentemente na estimação do perfil do clima local. A função urbana e sua intensiva vida social, sendo em grande ou pequena cidade é fruto de interação com a camada gasosa.

O SCU se fundamenta em critérios como – *Pragmatismo*, que se depreende de visões particulares, valorizando aspectos que não se restringem a concepções próprias ou específicas a lugares. *Dinamismo*, apoiado por outras metodologias como a TGS, assume que clima urbano é dinâmico inclusive em escalas bem grande. a *Consistência*, por este critério se mantém a teoria como possibilidade de incluir fatores amplos e complexos quanto simples e restrito, ou seja, o que é produzido sobre São Paulo (SP), Tóquio (JAP) em qualquer outro lugar tem a mesma envergadura científica, ampara-se em fatos científicos que são extensivos a qualquer problema e espaço. *Empirismo*, encontra suporte com a teoria capaz de absorver questões empíricas para as investigações aceitáveis ou refutadas.

Ao *Modelismo*, este critério no SCU está a necessidade de pesquisa com mapeamento e uso de mídia para desenvolver resoluções digitais sobre os dados e gerar produtos novos. Significa padronização e aplicação de certa técnica universalizada por modernos meios eletrônicos e da ciência da informática. Aplica também os canais. Os canais abstratos, definidos no SCU representam os valores de parâmetros que cada subsistema contém e sua relação. A eles, há a descrição de características que pesam dentro do subsistema de tal modo que serve como caracterização do sistema. Para o Sistema Termodinâmico, o conforto térmico é necessário a outros condicionantes que descrevem o desencadeamento resultante deste elemento no quadro do sistema.

Monteiro (2009) demonstra que em cada critério há similitude com TGS em determinado aspecto, o que na prática endossa a formulação do SCU dentro de concepção sistêmica que certamente a adoção satisfaz à análise ao processo como definição de sistema retirada de Bertalanffy (1973) que para descrever esta definição é necessário observar antes

se, porém, conhecermos o total das partes contidas em um sistema e as relações entre elas o comportamento do sistema das partes. Podemos também dizer: enquanto podemos conceber uma soma como sendo composta gradualmente, um sistema, enquanto total de partes com suas inter-relações, tem de ser concebido como constituído instantaneamente (BERTALANFFY, 1976 p.83)

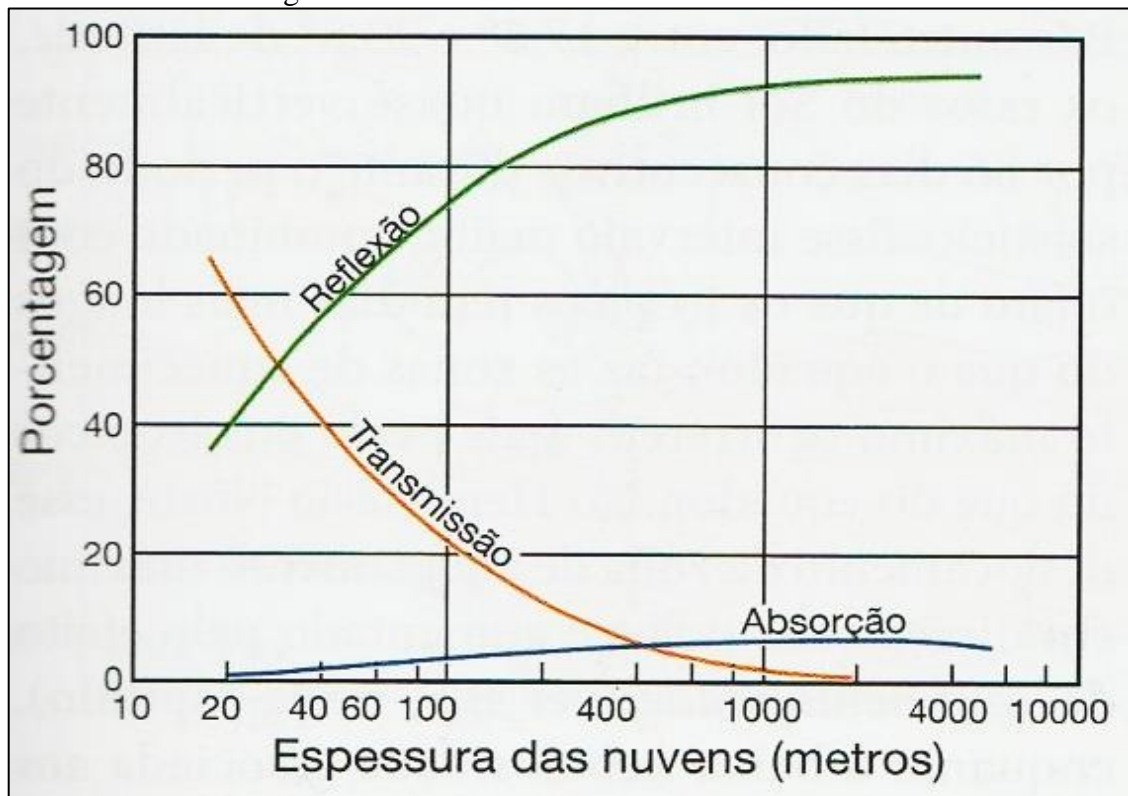
É descrito que a concepção de sistema entende a existência e, até além disso, das partes, como sendo onde ocorre certa dinâmica que integra qualquer conjunto, logo, estas partes se conectam por algum motivo entre si para constituir uma realidade que é identificada não apenas em partes, contudo, pelo todo. Neste condicionante é que a noção de sistema é muito implícita como condição *sine qua non* dentro do trabalho de pesquisa sobre clima e, especialmente clima urbano.

Os elementos, como fatores estão lá, ou circulam em continuidade-descontinuidade, por completos ou não, por pouco instante ou demoradamente sendo afetados por se constituírem em sistema aberto que pode sofrer qualquer mudança contribuindo com a alteração do aspecto geral sobre um determinado espaço, Saugier (1996, p. 24) exemplifica bem esta questão de um sistema quando se refere à biosfera que quanto à massa é um sistema fechado, mas, diante do aporte de energia é um sistema aberto “uma vez que ela absorve a radiação solar do pequeno comprimentos de onda (de 0,25  $\mu\text{m}$  a 5  $\mu\text{m}$  [micrômetros] e emite para o espaço uma radiação infravermelha de grandes comprimentos de ondas (de 5 a 10  $\mu\text{m}$ )”.

A natureza de um sistema aberto é sempre a de ser afetado podendo haver trocas sendo determinadas mediante forças mais concentradas. Assim, Bernal e Martins (2015) entendem que sistema é algo além de conjunto de elementos interconectados, integrantes e interdependentes. É tudo isso e a sinergia entre ambos. A atmosfera é esse campo que mantém estrutura assegurando condições para ser esse tipo de sistema. Assim é um sistema aberto em relação à Terra.

Sua superfície em que ocorre troca, pode ser pensada como este sistema aberto quando integra com a carga de energia solar absorvida e reemitida conforme o tipo de núcleo que é afetado. As nuvens em seus estratos mais elevados têm esse papel, como camada superior de gases, tornando o sentido das partes bem mais ativo do que se imagina dentro de um sistema maior e complexo. Dessa forma, sistema é entendido por Bertalanffy (1973, p. 85) como “um complexo de elementos em interação”.

Figura 17: Demonstrativo dos efeitos das nuvens



Fonte: Barry e Chorley (2013)

A figura 17 demonstra em sua síntese o que ocorre conforme desempenho vertical, ou seja, da nuvem, sua espessura e continuidade em extensão. Quanto maior for a sua estrutura, mais impenetrável será para os raios solares, servindo como exemplo ao período chuvoso na zona equatorial e domínio de massas de ar (TORRES; MACHADO, 2016). À medida que sua



dimensão vai aumentando menor será a taxa de transmissão desses raios em direção à superfície consequentemente haverá menos quantidade de umidade cujo valor de evaporação é menor proporcionalmente.

A absorção aumenta com a espessura da nuvem, fazendo com que a quantidade de energia seja diminuída em direção ao solo, atuando como grande fonte de esfriamento indireto da troposfera baixa já que não terá energia suficiente para ser conduzido em ondas longas de volta à troposfera (BARRY; CHORLEY, 2013). A capacidade de refletir com espessura maior é ligeiramente aumentada também com a dimensão das mesmas. De fato, é um fator muito interessante para áreas onde em certo período do ano há pouca formação de nuvens constantemente e grande aumento de energia recebida pelo solo.

A radiação total recebida na superfície com céu nublado, descrita por Barry e Chorley (2013) em forma matemática é

$$S = s_0 [b + (1-b)(1-c)]$$

Quando,

$S_0$  = radiação solar global para céus claros;

$c$  = nebulosidade (fração do céu aberta);

$b$  = um coeficiente que depende do tipo e da espessura das nuvens; e a profundidade da atmosfera pela qual a radiação deve passar.

Quando Monteiro (1990b) percebe que este sistema constituindo a atmosfera pode sofrer diversas interferências, logicamente associou à Teoria Sistema Clima Urbano (TSCU) como uma situação indissociável que somente é possível ser analisado quando partes são compreendidas como ligações que possuem em comum suas características.

É a compreensão repassada por Monteiro (199b) para se levar em conta durante a pesquisa do clima urbano com fatores que têm relação com aspectos climáticos e, podendo dar resultado ou até interferência nestes resultados como a variedade de sítios de cidades. Cidade em acrópole, cidades em vale, bem como a feição da topografia. São observações que podem contribuir para se obter melhor síntese climática do lugar tomando-se em conta a possível interferência sobre algum elemento climático.

O importante é que dentro da análise de Monteiro (1990b), não se escapa nada do espaço urbano na avaliação do clima. É um ambiente, repositório de tempo e de constituintes diferentes também, contribuindo com a condição ambiental da térmica urbana gerada integrando os diversos agentes causadores da condição atmosférica produzida neste espaço.

Os produtos gerados a partir da relação de mobilidade com o aglomerado de veículos, pessoas e de outras atividades geradoras de aumento de quantidade de gases na suspensão do ar, formam um dos tipos de identificação, de característica de um lugar perfazendo as ilhas de calor e temperaturas em relativo equilíbrio. O quadro 4 mostra o subsistema e canal Conforto Térmico além do resultado que surge dentro dessa interação do clima urbano.

Em Termodinâmico/Conforto Térmico encontra-se conjunto com os diversos elementos fatores de interferência como atmosfera, radiação circulação horizontal; transformação no sistema; ilhas de calor; desconforto do uso solo, meteorológica especial etc. não deixa de lado a relação antrópica como agente transformador com seus meios.

Quadro 4: Subsistema Termodinâmico sintético

<b>Canal Caracterização</b>	<b>Subsistema Termodinâmico/ Conforto Térmico</b>
Fonte	Atmosfera Radiação; Circulação horizontal
Trânsito no Sistema	Intercambio de operador e operando
Mecanismo de ação	Transformação no sistema
Projeção	Interação; Núcleo; Ambiente
Desenvolvimento	Contínuo (permanente)
Observação	Meteorológica especial; (T. de campo)
Correlações disciplinares tecnológicas	Bioclimatologia; Arquitetura e Urbanismo
Produtos	“ilha de Calor”; Ventilação e Aumento de precipitação
Feitos diretos	Desconforto do uso do solo e Tecnologia de conforto habitacional
Responsabilidade	Natureza e Homem

Fonte: Monteiro (2009). Adaptação: Ramos (2021)

Para Moreira (2014) o SCU tem em sua essência e fundamento os canais de percepção. Segundo o autor, são os elos que transmitem e estabelecem correlação entre o teórico e o absorvido sendo a compreensão do sistema montado pelo autor do SCU. Os três canais chamados de filtros, o conforto térmico, a qualidade do ar e o impacto meteorológico, podem atingir variações como:

(1) o sentido da direção: do homem para os dados físicos, dos dados físicos para o homem ou de um para outro simultaneamente; (2) o elemento da dominância: o homem, a natureza ou a equivalência de ambos; (3) o fator da função cêntrica: a cidade enquanto núcleo, o ambiente e os níveis orgânicos do sistema (MOREIRA, 2014, p. 94).

De fato, são por eles que as consequências do clima urbano ocorrem em qualquer situação. O SCU didaticamente nos exemplifica como a relação se estabelece no âmbito de qualquer dimensão espacial. Os canais refletem o que os fenômenos realizam ou, até afetados dentro do sistema. É justamente por esses níveis que nos dão impressão de que algo não escapa da realidade montada por Monteiro.

### 5.2.2 Noções sobre campo térmico urbano

Dentre tantos pontos que acumulam e emitem energia no interior da cidade, não se pode tentar resumir suas potencialidades, dimensões quantitativa e produtiva. Assim, quando se fala de cidade ao mesmo tempo está sendo levado em conta esse objeto materializado que Monteiro (2009) diz se tratar do lugar em que as pessoas mais interagem com a natureza. Sua exposição é importante e impõe não apenas uma possibilidade de pensar esta relação. Pode-se ter a ousadia de querer acrescentar algo, como ao dizer que é onde o Homem procurou melhorar as condições com ação para criar um mundo diferente ao natural mesmo na condição de inserido neste último ambiente.

Em cada cidade há formas diferentes. Há intenções que se firmaram para dar visibilidade tanto às pessoas como aos conjuntos de objetos afetando os fatores da atmosfera que entram em contato. As edificações vão tendo acréscimos com materiais que ajudam captar mais energia, fazem troca sempre diferenciada entre essa energia. O uso do solo combinado com suas finalidades reforça o quadro desenhado por Monteiro (2009) como elemento produtor do campo de energia principalmente de retorno, da superfície natural e artificial para a camada fluida do ar que está acima.

No caso de Caxias/MA, este ambiente urbano possui característica que não está muito acentuada quanto visibilidade e fixação no tocante à verticalização. Ainda é pouco explorado o espaço acima do térreo com a construção de prédios superiores a três andares. Mantém a fluidez de circulação do ar sem muitas dificuldades ligadas a essa condição. O que há de se destacar no ambiente urbano que quanto mais se transforma, mais sofre incremento de uso do solo ou da baixa atmosfera com a incipiente verticalização, sabe-se, influencia quantidade de unidade geradora de mais calor ao campo térmico via energia difusa.

Stolf *et al.* (1974) chegam a dizer que do total de energia que um solo pode absorver (60°C) condiciona o aparecimento de vários fluxos de calor na atmosfera baixa. São corpos que não produzem outra coisa, senão, energia em ondas longas pois, são componentes que possuem

mistos de elementos propícios à função de contribuir com absorção e difusão de raios aumentado a quantidade de energia na atmosfera.

Diferente das ações humanas, que somam produção de calor, a vegetação é um organismo vivo em atividade constante reagindo de diversas maneiras ao contato com a luz e temperatura. Esta, segundo Marin (2017, s/p) significa “a taxa das reações metabólicas é regulada basicamente pela temperatura do ar, afetando, desse modo, tanto o crescimento como o desenvolvimento das plantas” que não pode ser em excesso ou em déficit como visto em Stolf *et al.* (1974) também, bem como, com a umidade do ar, ventos etc., pois, são estes organismos que auxiliam a troca de energia podendo subtrair mais calor da atmosfera com o seu processo de fotossíntese e esfriá-la com a emissão de energia para a superfície (*ibidem*) já alterada. A transpiração faz ocorrer perda de temperatura nas folhas ou nos organismos vivos com a evapotranspiração lançada para a camada de ar, sendo compensada a energia perdida com a captura de calor da área próxima, ou seja, perdendo calor e liberando vapor ganhando do ar que está adjacente novamente.

A necessidade de manter umidade dentro de certo nível depende muito da condição do ambiente de contar tanto com árvores com folhas verdes, ao mesmo tempo com superfícies líquidas em diversos pontos para contribuírem com o quadro ambiental urbano. Esta alternativa pode ser mais dispendiosa, uma vez que não é possível contar com este líquido de forma mais acessível. As árvores são mais adequadas dando outros benefícios ao ar, às pessoas, ao ambiente que mantém condição de processar parte de seus incômodos produtos gasosos que influenciam no índice da temperatura, da umidade e do bem-estar local.

Segundo Christopherson (2012) em virtude da estrutura ‘morta, rígida’ da cidade, que é fonte de mais calor “as áreas urbanas reagem como uma paisagem desértica: uma tempestade pode causar uma inundação brusca sobre as superfícies duras e esparsamente vegetadas, a ser seguida por condições secas algumas horas depois” (CHRISTOPHERSON, 2012, p. 106).

Como não há apenas descompassos de dados negativos, o autor diz que o ar sobre a cidade engorda com partícula concretada, formando condição para gerar núcleos de condensação, aumento de nuvens e de precipitação. As caracterizações postas por Christopherson (2012) são vistas de forma relativa. Afirma ainda que no espaço térmico urbano, as superfícies são essencialmente: metal, vidro, asfalto, concreto ou pedra (rocha nua) e suas condições de troca de energia que se transfiguram distintas de áreas naturais que tardam ou diminuem a presença de alguns componentes.

Mesmo cidade média, em país em desenvolvimento ou emergente, como caso de Caxias/MA que tem sua vida funcional integrada com as conexões do mercado mundial não

está distante de apresentar tais problemas com graus de acentuação. Parte de problemas urbanos encontra-se como áreas de inundações, áreas impermeáveis e muitas superfícies geradoras de mais calor.

No caso das nuvens, permanecem muito tempo sobre atmosfera urbana, funciona como mão dupla. Retém calor e redistribui forçando, a depender da época, como um amplificador do efeito estufa sobre a cidade sem vento. Quando se subtrai de Monteiro (1991) o sentido de que os eventos extremos são importantes, para o Homem, é interessante porque a estes eventos ele menciona os dramas de cidades que convivem com enchentes, deslizamentos ou movimento de massas provocados por chuvas concentradas como cita Guerra (2011) como fatores negativos, exigindo novas metodologias a empregar para se encontrar alguma saída, danos ao ambiente como para a sociedade.

Apropriando-se desta análise a questão do campo térmico tem muito a ver com o pensamento posto na referida área de pesquisa. Tudo se liga ao fato de que a existência de relevo em patamar com seus desníveis pequenos, com seus morros, encaixa-se assim partes deste meio ambiente como áreas que se excetuam dentro do próprio meio natural, neste caso, referindo ao fato de serem partes da geomorfologia que não seria descaracterizado e apropriado compondo instâncias de determinação da qualidade do ar no ambiente urbano.

Neste aspecto uma área serve como exemplo o Morro do Alecrim, Caxias/MA, com sua borda mantendo faixa de vegetação e sua extensão para a zona sul em que mantém conservação da vegetação por certa vertente do mesmo como uma pequena faixa verde que Reis e Conceição (2010) chamam de fragmento de vegetação que consiste na permanência de manchas, como vegetação isolada do todo. A cidade em si é causa dessa configuração e está em restrito espaço sem manter continuidade com áreas não urbanas. A resistência dessa vegetação ainda tem outro fato que a justifica por ser alicerce para a manutenção da encosta do morro voltada para o Oeste cuja potencialidade de intemperismo pode ser acentuada.

Neste sentido é imperativo que seja mantida manutenção dessas áreas fora do alcance de exploração imobiliária servindo como forma de evitar danos erosivos e ao mesmo tempo, permanecendo núcleos de vegetação, de áreas cobertas naturalmente contribuindo com a atmosfera local. A medida em si já atende o que é discutido sobre as encostas urbanas como movimento de massa por Guerra (2011, p. 32) “as taxas erosivas estão bastante relacionadas às características das encostas, e isso pode ser muito facilmente observado se levarmos em conta que, à medida que as encostas se tornam mais longas, maior é o volume de água que se acumula durante o escoamento superficial”. Visto isso, que as cidades brasileiras tendem negligenciar tomadas de decisão sobre o uso desses espaços vindo depois gerar inúmeros problemas.

As construções mesmo pequenas como casas residenciais, para Barry e Chorley (2013) destroem os microclimas existentes fazendo surgir novos padrões ou microclimas complexos. A interferência sobre um certo lugar, de qualquer natureza, contribui para ampliar a rede de elementos que entra na noção de complexidade. Para os autores, há condicionantes que somam a partir da estrutura urbana como “modificação da composição atmosférica; modificação do balanço de calor e modificação de características da superfície (BARRY; CHORLEY, 2013, p. 406)”.

Inclui nessa exposição elementos que Monteiro (2009) descreve no canal Conforto Térmico como parte do Subsistema Termodinâmico que é possível realizar diversas ponderações. O quadro de exposição do canal Conforto Térmico expõe o grau de complexidade em que um clima urbano se constitui. A apresentação deste quadro, figura 18, demonstra a grandeza do pensamento de Monteiro (2009) ao elaborar didaticamente a representação da dinâmica do interior do espaço urbano encaixando os detalhes e o organograma de forma que a complexidade da climatologia e dos fenômenos que se integram no Subsistema Termodinâmico está distribuída e representando o ambiente como as atuações desses mecanismos elaboradas de maneira sistêmicas.

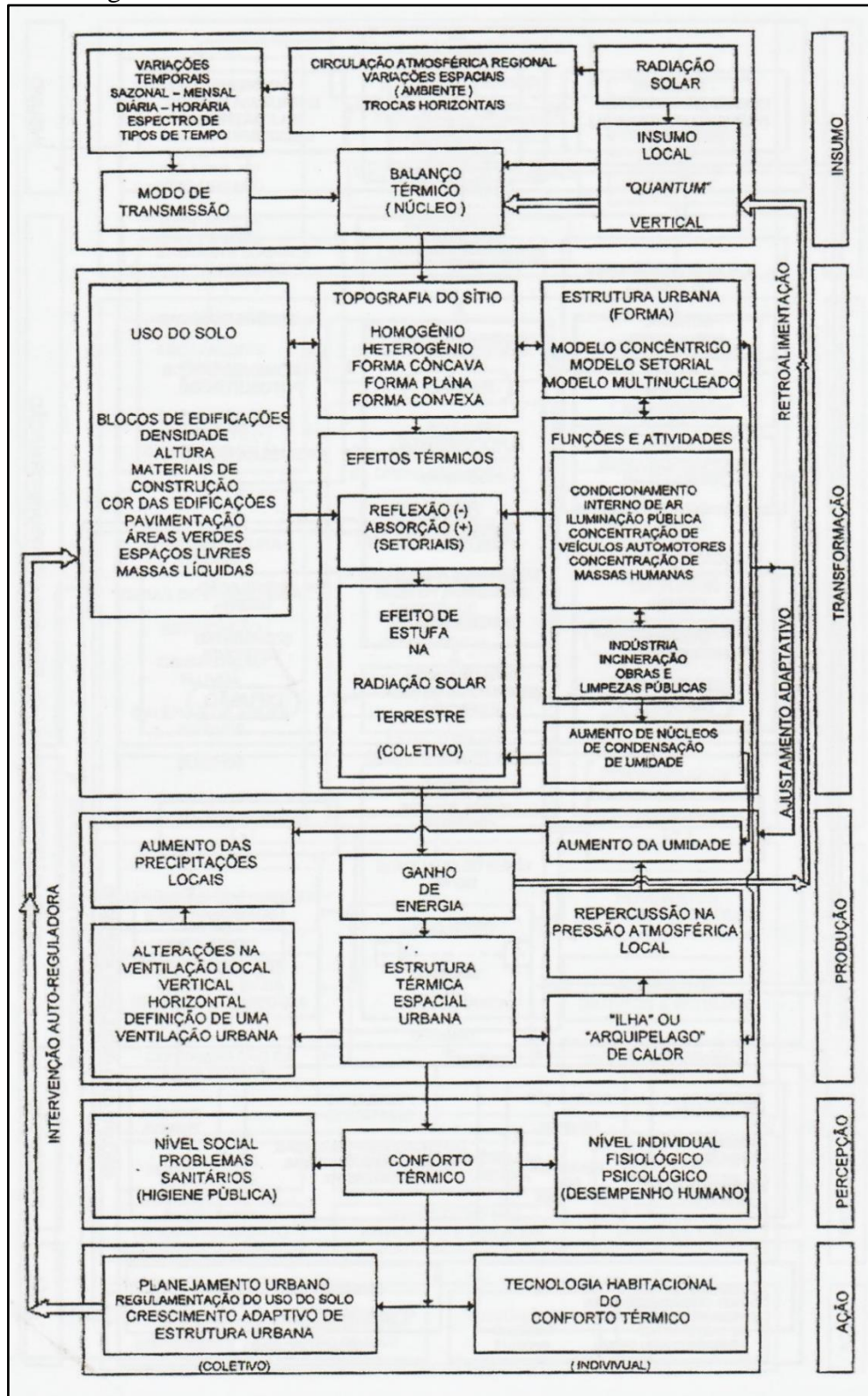
Para o componente alimentador (operador) por ele assim chamado, há a radiação solar com a quantidade absorvida e a circulação como fenômeno de regulação térmica do sistema atmosférico secundário envolvendo trocas horizontais; a ocorrência de variações sazonais, mensal, diária a horária em certo tipo de tempo e espaço. Neste nível de inclusão e formação do ambiente térmico urbano foi dado como insumo, aquilo que alimenta o sistema. Dentro da caixa preta, do ambiente em si as noções de complexidade se ampliam diante das conexões que cada situação foi pensada para correlacionar-se com os demais elementos de fatores que surgem aplicados pelas condições de uso do solo urbano.

O reflexo do uso da superfície no ambiente urbano produzir ‘momentos’ com o fluxo de pessoas, veículos e fluxos de modo geral como uma sintetização de atividades humanas provocadoras de alguns resultados para a atmosfera. Segue-se com a produção deste ambiente, cujo retângulo deste dá destaque à interferência imposta à coluna de ar na baixa atmosfera onde a ilha de calor é perceptível concluindo com a percepção e ação dos atores sociais que sentem e sofrem com a realidade produzida pela alteração provocada no meio urbano.

O campo “produção” na figura 18 mostra que a umidade aumenta. Há aumento das precipitações locais, ganho de energia que a estrutura espacial urbana contribui diretamente realimentando em calor outros locais que de forma remissiva alteram o nível de pressão sobre o referido ambiente urbano. Neste aspecto, Monteiro (2009) observou que o conforto térmico,

produzido pela interação dos insumos, interfere nas pessoas tanto individualmente como em âmbito social com problemas sanitários no aspecto fisiológico do campo “percepção”.

Figura 18: O Conforto Térmico do Subsistema Termodinâmico



Fonte: Monteiro (2015)

A interferência autorreguladora, movida pelo trabalho antrópico coletivo ou não, se desdobra diante da série de elementos artificiais que são acrescentados ao ambiente urbano interferindo na produção de tempo atmosférico não importando a escala do espaço urbano. O uso do solo é um desses reflexos que recebe toda esta quantidade de novos constituintes que conjuntamente exercerão capacidade de criar mais alteração. Este bloco do uso do solo liga-se sistemicamente a outros como o da topografia, dos efeitos térmicos, da estrutura da forma urbana bem como das funções e atividades desenvolvidas.

### 5.3 O AR NO ESPAÇO URBANO

#### 5.3.1 Caracterização do ar no espaço urbano

A expressão genérica clima urbano tende a renomear a circulação local que é afetada por elementos que contribuem com o ar circulante no espaço urbano. Como lembra Monteiro (1990b) que este tipo climático está envolvendo um espaço e sua urbanização. É um ambiente que mantém trocas com a camada acima da superfície terrestre.

Dependendo da escala por assim se dizer, este ambiente urbano pode gerar o aumento de material particulado em suspensão dando condição para a geração de elevadas temperaturas causadas pela extensão da área, bem como, pelas funções e atividades agregadas como citado por Monteiro (2009, p. 47) no canal Conforto Térmico “funções e atividades: condicionamento interno de ar, iluminação pública, concentração de veículos automotores, concentração de massas humanas, indústria, incineração, obras e limpezas públicas, aumento de núcleos de condensação de umidade”.

A questão escalar evidencia a diferenciação de climas urbanos porque as condicionantes elencadas por Monteiro (2009) são mais intensas a partir do uso do solo que recebe maior impacto quanto alteração por muito mais extensão. O espaço é repleto de marcas históricas com seus elementos que foram construídos dando formas variadas em sentidos diversificados. A atuação da arquitetura para compor o cenário do Sistema Clima Urbano é fundamental porque a disposição, forma de prédios, material externo constituinte empregado para a realização das edificações tem impacto na elevação diária da temperatura do ar.

Em cidade localizada em área equatorial continental pode ser mais afetada inclusive na questão da qualidade do ar que Monteiro (2009) inclui no subsistema físico-químico, quando o operando, constante solar, atua através da propagação dentro do sistema aberto, mantendo



sempre interação entre os elementos locais, fixos e os voláteis para com os sistemas provenientes da média escala.

Conforme descrição feita por Tubelis e Nascimento (1992) sobre os níveis de aquecimento do ar a partir do distanciamento do solo, pode-se compreender que um albedo urbano em latitude igual a  $4^{\circ} 51' S$ ,  $43^{\circ} 21' O$ , tem padrão de radiação muito perpendicular no transcorrer do ano, este mesmo campo térmico é sempre alvo de uma quantidade de energia radiada praticamente constante, não havendo a ocorrência de concentração de nuvens que impedem a passagem de maior quantidade de energia de onda curta diariamente até o solo.

O que importa na escala de níveis é que a cada distância do solo há relação de tempo versus calor para atuar no ar atmosférico ficando aquecido mais rápido o ar mais próximo do solo, não demorando chegar à temperatura máxima. À medida que há altura do solo, o fator tempo se intensifica retardando o efeito de aquecimento. O ar urbano é assim influenciado por um conjunto de fatores que contribuem para criar uma atmosfera diferente sobre a cidade em temperatura e qualidade do ar, ao de seu entorno menos alterado.

As diversas formas de uso do solo chegando a um albedo com curvatura elevada do domo de ar quente implicam em concentração de mais calor. A configuração espacial urbana de Caxias/MA não se diferencia de muitos outros centros urbanos. Tendo espaços variados a partir de largura de vias públicas, tipo de pavimentação e imóveis que se perfilam no contínuo das vias muito próximos formando em cada margem das mesmas a conjugação desses imóveis (em áreas mais próximas do sítio urbano).

Este adensamento é característico como forte fator condicionante da circulação interna do ar que se aquece nos níveis atmosféricos próximos do solo. É um conjunto diverso de elementos produtores de calor que sempre está muito próximo da superfície. Com o aquecimento de estruturas juntamente com a irradiação emitida do solo, normalmente recoberto por cor escura e, diante da irradiação emitida pelos componentes do espaço completa-se a condição de formação de temperaturas que são afetadas em graus com a ampliação do tempo para ser percebido na atmosfera já que em níveis mais acima do solo, como a 2 m, o efeito chega horas após o aquecimento tanto do solo como da emissão de estruturas contidas.

O que se coloca como evidência é que diante de radiação solar, tanto as estruturas térreas como as mais elevadas na pequena verticalização do espaço há somatório de mais energia na forma de calor sendo preciso observar o que este processo de verticalização projetará a mais de energia na forma de calor ao ambiente urbano.

O crescimento das atividades econômicas implica na mudança do aspecto atual do consumo dos espaços, contudo, há de se perceber que agrega também mais alteração dos níveis

de calor, da dependência de aparelhos de adaptação do ar do ambiente interno de áreas para que seja produzido um outro ambiente térmico suportável como diz Monteiro (1990a, p. 62) “(c) o dinamismo urbano representado por várias funções em sua morfologia: fluxos de tráfego de veículos; atividade industrial, etc, etc; aparelhos de condicionamento (refrigeração-aquecimento) de ar, etc, etc”.

Este transporte de calor no ar seja por condução (muito próximo ao solo), ou por convecção seria regulado com dinâmica de circulação mais intensa tanto de ascensão, turbulenta, como por processo advectivo seguidamente. Para o caso urbano caxiense, que está numa zona equatorial, por possuir relevo com poucas variações, torna necessário compreender a dinâmica estabelecida no interior deste espaço como metodologia para a orientação de medidas que não contribuem para aumentar o volume de níveis de calor.

Parte da área urbana central e de outros bairros encontram diante da borda do patamar mais elevado tanto para Oeste como a Norte da continuidade do morro aplainado cuja sua vertente para leste não apresenta desníveis abruptos suavizando sua cota de altimetria para as demais áreas circundantes.

Já no sentido Leste-Oeste nas mediações do P1 sofre ação direta da erosão tanto da dissecação do relevo como influência da calha do Rio Itapecuru que divide o espaço urbano. Na área de estudo, a borda elevada está a Leste do sítio, o que faz a circulação atmosférica, dominante de Leste-Sudeste, assumir perturbação com a geometria da feição do relevo que forma para alguns o vale do rio ou, a depressão cuja intensidade de declive é variável do leito do Itapecuru com média de 57 m de altitude, crescente até o topo do sequenciamento de morros com altimetria passando de 100 m em espaços localizados.

Para esta parte que se encontra em altitude mais baixa compondo espaço urbano na margem direita do Rio Itapecuru, a combinação de alteração do solo com compactação, revestimento e das estruturas dos imóveis instaladas compõe maior parte do conjunto arquitetônico antigo e recente. O fato deste centro ter sido fundado ainda em período colonial toma algum sentido na configuração da disposição geométrica das vias com germinações nas construções deixando apenas a condição de deslocamento do ar e calor remetido da superfície e das próprias instalações às vias públicas.

A dinâmica aérea não se direciona em único sentido, é básico que o gradiente de circulação se faça em diversos sentidos naturalmente, mas, o delineamento das ruas e o sequenciamento dos imóveis conjugados, em grande parte, conduz para enfraquecer a força do ar circulante ampliando o fator de elevação de calor.

Quando Tubelis e Nascimento (1992) mencionam que a variação diária da temperatura do solo tem amplitudes diferentes quanto níveis verticais na medida que se distancia da superfície terrestre (em profundidade), a temperatura aérea pode sofrer impacto porque parte da energia da radiação solar é armazenada em profundidade e, sendo liberada depois gradativamente à superfície do solo o que possibilita um controle natural que se perde quando não há essa situação efetivada.

Para o ambiente urbano faz muita diferença inclusive para região de intensa insolação pois, quanto calor em profundidade, dizem eles “a temperatura máxima que ocorre em média às 13h00 a 2 cm, passa ocorrer às 14h30 a 5 cm, às 16h00 a 10 cm e às 21h00 a 20 cm. A mínima ocorrendo às 04h50 a 2 cm, às 06h45 a 5cm, às 07h15 a 10 cm e às 10h00 a 20 cm (TUBELIS; NASCIMENTO, 1992, p.67)” isto porque muita superfície reflete muito rápido, liberando calor que poderia ser lentamente.

O exposto por Tubelis e Nascimento (1992) insere-se na complexidade que envolve um ambiente urbano organizado de forma que gera graus de alteração à dinâmica natural de orientação da circulação. O tempo em atraso que a temperatura alcança sua máxima em profundidade que está próxima da superfície, 2 cm, é um fator que chama atenção para o processo de aquecimento do ar com a mobilidade e permanência de pessoas que estão em contato com determinada característica de temperatura e até mesmo de conforto térmico. Monteiro (1990a) já chama atenção para a situação interna do ambiente urbano que se constitui como somatório de fontes de calor a partir de todos os elementos constitutivos.

O ar livre da cidade (Monteiro, 1990a) é um dos objetivos a discutir na questão da climatologia da temperatura urbana porque segundo o autor, é crucial considerar as diferenças existentes e produzidas dinamicamente no ambiente. O sentido de grande importância que se dá ao condicionamento do ar é porque se cria uma atmosfera própria no âmbito do urbano que age com alguma intensidade na dinâmica local principalmente pela condição de localização na faixa equatorial detentora de muita insolação, tornando mais evidente o problema do transporte de calor nos níveis do solo citados por Tubelis e Nascimento (1992).

A noção de clima urbano a partir da alteração da camada ‘atmosfera’ em relação ao entorno de cidades é de todo modo muito mais complexa na medida que se ver a área urbana como um ambiente múltiplo de ações antropogênicas capazes de transformar intensamente elementos naturais pelas ações urbanas.

A camada acima da superfície povoada e reconstruída com a adaptação feita pelo trabalho humano, enrugam-se assumindo um dossel que se expande conforme a dimensão espacial da cidade. Este domo pode curvar-se ou enrugar representando o tamanho da produção

de gases e partículas lançados e o efeito causado consorciado com as ações naturais do transporte do ar. Assim, o clima urbano é visto como crise instalada onde a maioria das pessoas está fixada.

Barry e Chorley (2013) no tocante às superfícies urbanas salienta que neste século as áreas urbanas vão concentrar a maior quantidade de humanos que viverão influenciados pelo fator clima urbano. “A construção de cada casa, estrada ou fábrica destrói os microclimas existentes e cria novos microclimas de grande complexidade, que dependem do projeto da densidade e da função da construção (BARRY; CHORLEY, 2013, p. 406)”.

Os autores defendem que os efeitos de estruturas urbanas a partir de modificação da composição atmosférica, da modificação do balanço de calor e modificação de características da superfície alteram a relação direta com a atmosfera. Dentro dessas perspectivas o papel de agentes de transformação das condições térmicas é destacado como o caso de aerossóis e gases, duas fragmentações que estão normalmente presentes na atmosfera do espaço urbano variando conforme a dimensão estes espaços e de sua capacidade de fluxo de pessoas e veículos.

Como a superfície do solo dentro do ambiente urbano em geral é compactada, revestida com calçamento que não facilita a existência de umidades mais elevadas juntamente com os adjacentes elementos que constituem a estrutura construída, tende a deixar o ar mais seco e tomado por energia provinda desses corpos e da radiação solar.

Gases e aerossóis estarão mais livres, suspensos e circulantes diante do efeito de sua composição físico-químicos. Barry e Chorley (2013) continuam, “um vento com velocidade de apenas  $2 \text{ m/s}^{-1}$  ( $7,2 \text{ Km/h}^{-1}$ ) já é suficiente para deslocar o domo de poluição de Cincinnati a favor do vento, e um vento de  $3,5 \text{ m/s}^{-1}$  ( $2,6 \text{ Km/h}^{-1}$ ) será suficiente para dispersá-lo na forma de pluma” (BARRY; CHORLEY, 2013, p. 411).

O vento na pesquisa também apresentou distintas realidades entre os dois períodos. Como registro colhido em julho de 2020, este componente integrador do gradiente atmosférico ao nível de 2 m foi muito característico quanto detalhes como às 15 horas em que apenas uma localidade chegou a registrar a velocidade de 0,00 Km/h. Outro detalhe que se observou quanto ao horário das 21 horas, em que os registros de velocidade do vento para as 4 localidades foram significativos para a velocidade 0,00 Km/h. Entre 24 anotações (para o mesmo horário), duas vezes houve vento registrado. O predomínio de ventos no mês de julho ocorreu no período da manhã (às 9h) e às 15 horas conforme quadro 5.

A tábua de registros contida no quadro 5 mostra os valores obtidos durante o mês de julho de 2020, evidenciando que se trata de mês com baixo fluxo de circulação e localizado e, em determinada área urbana há presença de ventos, em outra não há no mesmo horário

considerando também a dimensão da cidade. Há tendência de que seja o mês de que a circulação convectiva também tenha contribuição não aumentando a capacidade de evaporação do solo medida que se intensifica com velocidades e constância de ventos na superfície.

Quadro 5: velocidade do vento (km/h) por pontos

Logradouro	Praça Gonçalves Dias			Volta Redonda			Alto do Ipem			COHAB		
Fenômeno Data	Vento km/h			Vento km/h			Vento km/h			Vento km/h		
	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
10.07.2020	0,17	7,9	2,8	0,0	2,5	0,0	4,6	4,3	3,9	0,0	2,5	0,0
13.07.2020	5,1	7,5	0,0	0,0	2,8	0,0	3,6	3,9	0,0	1,8	0,0	0,0
17.07.2020	7,2	5,1	0,0	0,3	2,5	0,0	12,2	5,7	0,0	2,8	0,7	0,0
21.07.2020	1,4	8,4	0,0	3,6	1,8	0,0	7,9	9,3	0,0	6,4	2,5	0,0
25.07.2020	9,1	6,4	0,0	6,4	2,1	0,0	8,2	2,5	0,0	5,4	2,8	0,0
29.07.2020	6,1	7,5	0,0	1,4	2,5	0,0	4,6	8,6	0,0	0,7	1,4	0,0

Fonte: Ramos (2020)

Em outubro o contraste com o mês de julho é muito grande considerando os registros que, inclusive, às 21 horas possuem mais ação de ventos. O P4 continuou como sendo a localidade em que a circulação do ar é mais fraca entre os outros pontos de registro. No segundo período de campo da pesquisa, em outubro de 2020, nos seis dias arrolados para aquisição dos registros, considerando a tábua completa para todos os horários com o total de 72 registros obteve-se 21 anotações em que o vento foi 0,00 Km/h.

Quantitativamente no mês de outubro de 2020 o P1 foi o que obteve mais registros com valores acima de 0,0 de Km/h. O P4 foi a localidade em que se presenciou o máximo de registros 0,0 Km/h, já P2 e P3 tiveram, cada um, 05 registros com iguais valores de 0,00 Km/h no período. No entanto, a intensidade da velocidade dos ventos registrados em outubro de 2020 é menos significativa principalmente no horário das 21 horas permanecendo o P4 com valores bem abaixo em relação aos demais pontos.

No ponto P4, para as 21 horas, apenas 2 registros com valores acima de 0,00 Km/h foram registrados. Dois dias que apresentam velocidades de vento, porém, com um deslocamento muito lento sendo que a máxima foi de 1,8 Km/h. Entre todos os horários para o P4 os registros não descrevem velocidades significativas e, a máxima para o ponto ficou com 5,0 Km/h às 15 horas.

O período da manhã foi onde o P4 apresentou velocidades do vento em quatro dos seis dias. Para os demais pontos, no horário das 09 horas, apresentaram registros com vento,

sendo que todos os pontos continham vento com alguma velocidade. Há pela cidade deslocamento de ar mesmo que evidenciando de algum modo perfis bem distintos. Para às 09 horas o P3 foi onde se registrou maiores velocidades.

Conforme dados obtidos durante a pesquisa, entende-se a circulação apresentou em todos os pontos certa dinâmica mostrando que a circulação no nível de medição, a 2 metros do solo, se distribui por todo o tecido urbano apresentando as variações que podem surgir ao longo da cidade que aqui não se pode elencar quais fatores foram responsáveis pela dinâmica. Quando se observa o comportamento da circulação do ar no dia 12 de outubro de 2020, os registros mostram que mesmo havendo alguma velocidade do vento, para os quatro pontos, houve certa simetria em não ter nenhum registro de deslocamento do ar em 07 dos 12 registros principalmente no horário das 21 horas mostrado no quadro 6.

Quadro 6: Variação da Velocidade do Vento (km/h)

Logradouro	Praça Gonçalves Dias			Volta Redonda			Alto do Ipem			COHAB		
	Vento km/h			Vento km/h			Vento km/h			Vento km/h		
Fenômeno Data	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
12.10.2020	6,8	2,5	0,0	4,6	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9

Fonte: Ramos (2020)

Neste contexto, as pequenas variações da geomorfologia local acrescidas da ocupação com as construções e a geometria, com a vegetação que se distribui pelos locais principalmente em áreas de quintais, vias públicas, podem contribuir com a diferenciação da circulação local visto que a orientação da corrente de ar que opera na cidade penetra justamente a partir da área do P4 em direção a oeste, noroeste e norte da cidade.

Quanto a este aspecto há de se intentar mais pesquisa para detalhamento da configuração da circulação do ar ao nível de 908hPa a 1012 hPa já que estamos bem próximos do nível do mar, ou seja, a menos de 200 metros de altitude para alguns pontos e, a 69 metros de altitude na área central de Caxias/MA cujas referências sinóticas sinalizam a proximidade da superfície.

## 6. O CLIMA CAXIENSE E SUAS CARACTERIZAÇÕES

Visita-nos Tupã, quando dormimos,  
 É só por seu querer que então sonhamos;  
 Escute-me Tupã! Sobre vós outros,  
 Poder do maracá por mim tangido,  
 Os sonhos desçam, quando o orvalho desce.  
 (Gonçalves Dias, I-Juca-Pirama, Os  
 Timbiras, Outros Poemas, 2003)

### 6.1 O CLIMA LOCAL E SUAS DINÂMICAS

#### 6.1.1 A temperatura atmosférica local

Com a classificação de Köppen (1936), apud Araújo (2012) Caxias/MA cuja característica básica que se destaca com esta classificação é a de região onde há predomínio da temperatura, não ocorrendo a temperatura mínima, em média, inferior a 18°C com o índice de precipitação pluvial anual estando acima do valor de evapotranspiração anual (Ayoade, 2015).

Conforme Ayoade (2015), a média mínima de 18°C utilizada como parâmetro para determinar este tipo climático foi empregado por Köppen (1936) em virtude da relação com a cobertura vegetal que está nestes ambientes por não conseguir suportar médias menores de temperatura. Com esta metodologia pautada em valores médios tanto pelo destaque da temperatura quanto pela precipitação anual que também é utilizada para compor a média para o grupo de clima A - aquele que tem chuvas distribuídas conforme a localização, como pela aproximação ao oceano ou distância deste, onde a quantidade se dar significativamente reservados os períodos de ocorrência.

Para Torres e Machado (2016) que entendem a classificação de Köppen (1936) também como resultante de aspectos quantitativos, porém, servindo a vegetação como um dos componentes que utiliza para distinguir cada grupo climático. Neste sentido, para o climatologista russo, a associação da vegetação com clima é bem exposta em que certo tipo de formação vegetal consegue desenvolver-se mediante ocorrência de um ou mais elementos climáticos como fator principal determinante.

Esta situação parece possuir certa dicotomia com a faixa de ecossistema em que a cidade de Caxias/MA se encontra, com denominação de Cerrado e um clima tropical chuvoso de savana. As chuvas se concentram no Verão e Outono, ao mesmo tempo quente e úmido. O

Instituto de Meteorologia – Inmet, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, aponta com a Normal Climatológica de Caxias de 1961-1990 (32,1°C), 1981-2010 (32,8°C); que nas médias mensais de temperaturas máximas o ano inicia superior a 32°C decaindo pouco mês a mês até maio quando reinicia o processo de aumento da temperatura alcançando em setembro e outubro os picos máximos acima dos 35°C (INMET, 2020).

Encontra-se na tese de Araújo (2012) que a região de Caxias/MA possui tipo climático tropical úmido Aw' com índice pluviométrico regular com temperaturas médias e máximas elevadas, superando 24°C. Neste caso, sobre a configuração tanto do tipo climático como do regime pluviométrico leva em conta no leste do Maranhão as mudanças que ocorrem nos sistemas produtores de tempo que Nimer (1989) retrata no quadro de circulação normal considerando as estações e os devidos movimentos que as massas de ar realizam provocando algum tipo de tempo.

Com essa circulação, considerada normal, para parte do NEB e do Maranhão estão sob um sistema que não permite provocar chuvas em determinado período do ano, portanto, a combinação simbiótica de fatores como a umidade do ar e temperatura fazem surgir um tipo de vegetação que se identifica com essas condições também além de outras como do próprio solo.

Para além dessa circulação normal há as que ocorrem em períodos de perturbação. Esses climas tropicais, chuvosos ou úmidos mesmo tendo sua distribuição muito efetivada nos quatro ou cinco meses iniciais do ano, diminuem a concentração depois do quinto ou sexto mês conforme dinâmica de cada período.

Afirma Nimer (1989, p. 16) Frontogênese (FG) e Frente Polar atlântica (FPA) são fenômenos que “no outono as condições de FG já são mais favoráveis, e a FPA normalmente ultrapassa aquele paralelo; no entanto, a convergência intertropical [...] nessa época impelida para o hemisfério sul, impede um maior avanço da FPA para as latitudes baixas”. A circulação traz consequências que produzem realidades geocológicas com o nível de atuação.

A se considerar que está dentro da zona equatorial, portanto, a menos de 10°S conforme Peixoto (1975) quando diz que para delimitação desta zona, a latitude é o limite, e, levando-se em conta que ademais fatores são determinantes também para estabelecer um padrão climático síntese de um lugar como a disposição e sinuosidade do relevo levando em conta sua distância do litoral.

Todavia, a condição climática que muito tem influência mais distinta, marcante, está sempre em torno de alguns elementos, como a temperatura, a precipitação, entre os mais significantes a Caxias/MA dentro da perspectiva de interferência na vida das pessoas, convivências e relações diretas com o meio físico.



Relevo ou altitude não se constituem nos fatores determinantes de caracterização do tipo climático, porém, há de se levar em conta que o sítio urbano em grande maioria, a parte mais antiga que concentra o comércio e residências, onde está o ponto de observação (P1), faz parte de uma depressão periférica marginal do Rio Itapecuru, com terraços (SOUSA et al, 2015) cuja geomorfologia do relevo a oeste, eleva-se, gradualmente até médias de 100 m.

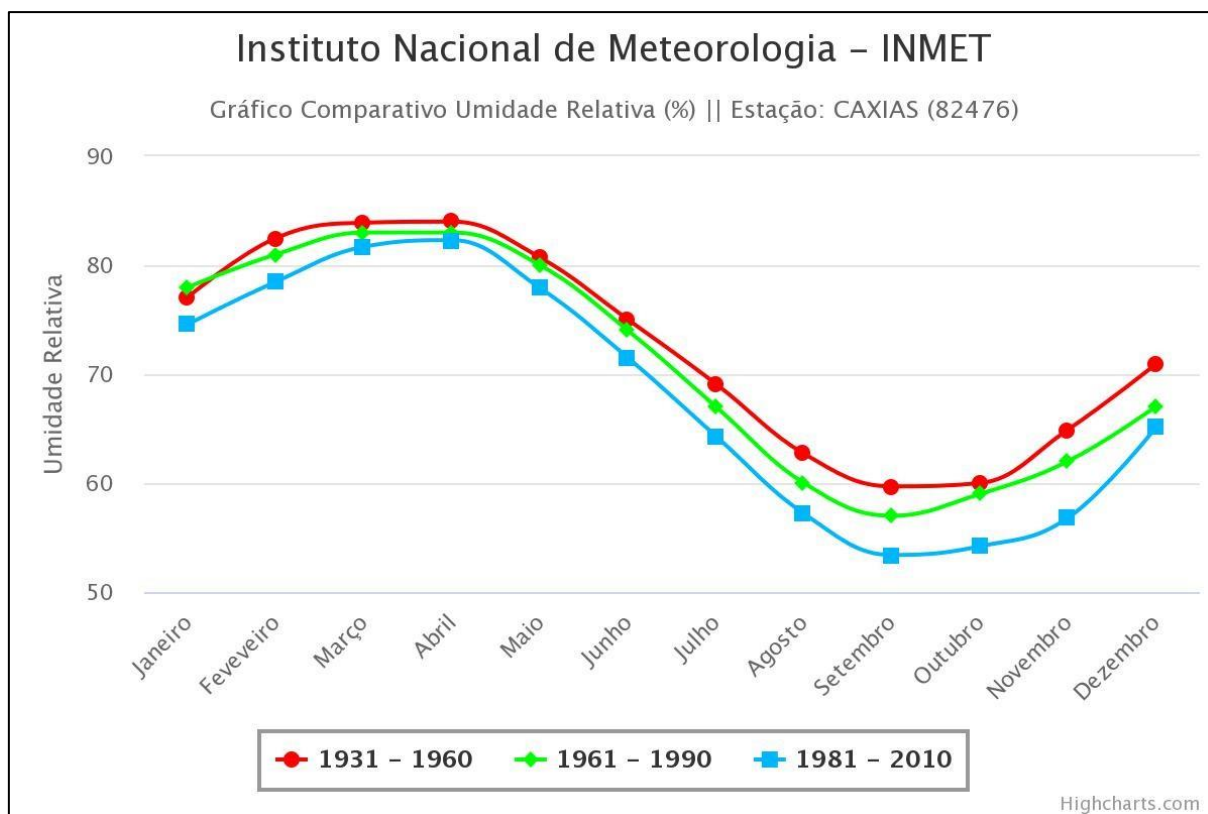
A baixa pressão atmosférica não chega também a ser destaque direto de interferência na relação diária dos caxienses com o meio urbano; a umidade por certo momento aparece como mais partícipe e sentida principalmente na razão sazonal, onde por um período não muito maior anualmente do que em certa estação ou até duas, registra-se uma mudança de comportamento na sucessão habitual deste elemento climático que pode atingir níveis mais críticos como se observa na figura 19 ao padrão médio local. Eleva-se mais no primeiro semestre e baixa no restante do ano.

Estando nesta relatividade, a zona central de Caxias/MA terá disposição a possuir temperatura com certa caracterização mediante processo de transferência de energia da superfície que pode se processar muito antes do que outra localidade da cidade cuja a altitude da topografia local favoreça mais a radiação direta em virtude dos morros.

Sabe-se que o segundo semestre é mais crítico em intensidade de radiação diária apresentando tendência de temperaturas elevadas e baixa umidade com decréscimo logicamente afetando a condição de vapor d'água chegando a valores muito baixos, críticos como se observa nas normais climatológicas entre 1931 a 2010 sendo que a Normal Climatológica de 1981-2010 apresenta a maior queda nos níveis de vapor de água comparando os períodos de 1931-1960, 1961-1990 podendo através desta radiação e insolação, aumentar e manter o fluxo de calor noturno entre superfície e atmosfera.

As normais climatológicas apresentadas na figura 19 exibem evolução da diferenciação anual da umidade como situação que destaca o quadro de umidade em duas condições distintas mesmo não havendo grandes amplitudes no período do primeiro semestre.

Neste semestre, as variações entre as composições dos períodos são muito pequenas mantendo-se em níveis muito próximos apresentando único momento em que o período de 1961-1990 chega superar a máxima registrada pela normal de 1931-1960. Sua evolução permanece intermediária indicando que os meses de seu período tiveram médias melhores de umidade do que para a normal de 1981-2010. O contraste entre as três séries vai ser no período do segundo semestre com a queda da umidade relativa do ar sendo mais intensa.

Figura 19: Caxias/MA-Evolução da Umidade relativa do ar<sup>7</sup>

Fonte: INMET (2020) Org.: Ramos (2021)

A diminuição deste percentual de vapor d'água na atmosfera ajuda os níveis de umidade diminuírem a partir do período de Inverno persistindo alteração durante a Primavera que ao se associar com o aumento da temperatura média diária faz as pessoas sentirem diretamente os efeitos provocados pela umidade relativa do ar local.

Este parâmetro atmosférico chama atenção à saúde que pode ser percebida por pessoas alterando o conforto ambiental e orgânico fazendo com que cuidados mais sérios sejam destinados durante a persistência de alternância desses valores atmosféricos, conforme é observada a temperatura fisiológica descrita por Ayoade (2015) quando menciona a relação humana com o fator conforto ou desconforto mediante o tempo que apresenta.

A temperatura interfere na condição social caxiense. Este insumo é mais destacável por conta da condição natural da cidade de estar em localização geográfica que intensifica seus valores naturalmente com o decorrer dos meses (IBGE, 2010). É juntamente com a situação da continentalidade que pode traduzir esta característica como suporte à questão térmica, mediante relação de relevo e sua posição distante da circulação marinha atuante no litoral que transforma

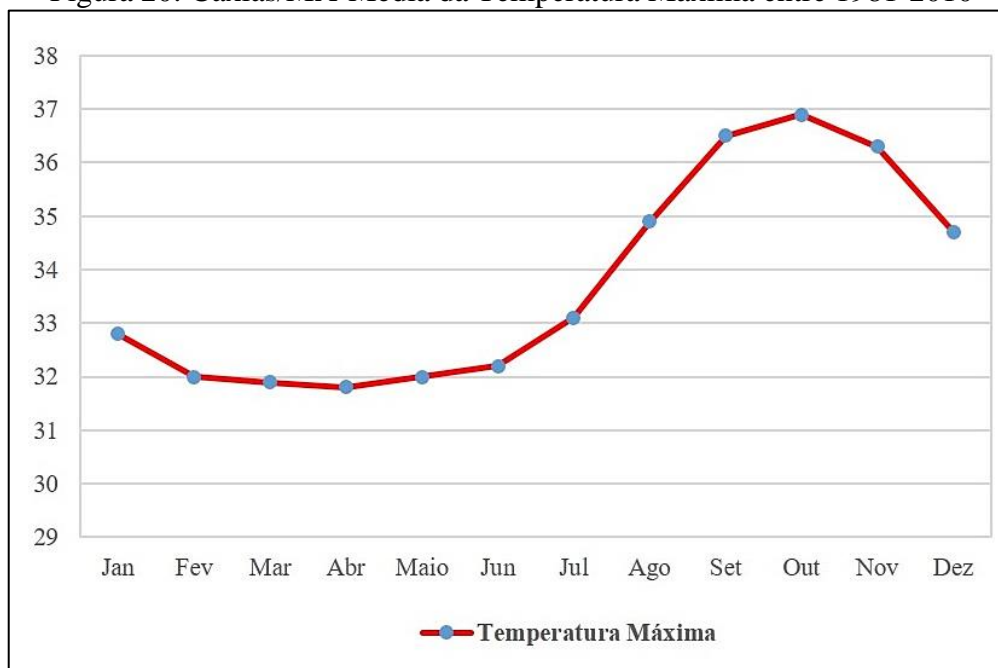
<sup>7</sup> As normais climatológicas constantes no gráfico estão em conformidade a fonte, INMET (2020), apresentando período de 1981-2010.

as proximidades do Equador em um ambiente que ameniza a ação da irradiação da superfície à atmosfera, em Caxias/MA o registro da temperatura mediante circulação horizontal e vertical permanece elevado.

A temperatura na área de estudo pode ser tomada como base empírica para entendê-la, em dois momentos anualmente. Um é quanto ao tempo que se fixa a partir do período inicial de chuva entre o Verão e o Outono apresentando certo perfil muito influenciado pela conjunção de fatores de produção de tempo e de circulação para a região. O primeiro semestre é sempre de aferição de médias térmicas que não baixam significativamente e estas temperaturas não produzem realidades estressantes na baixa atmosfera mesmo mantendo suas características de calor e elevado índice térmico.

Contudo, ao contar com a frequência de circulação de massas de ar, inibidoras de maior volume de aquecimento da superfície pelo tipo e formato de nuvens e, seguidamente formando maior retenção de energia na troposfera, a sua natureza tropical quente e úmida torna-se amenizada ao ponto de constituir período estatisticamente bem menos intensivo no total de insolação como se observa na figura 20 que demonstra a variação da temperatura conforme a Normal Climatológica 1981-2010 (INMET, 2020) atingindo valores elevados na média, a partir do oitavo mês do ano.

Figura 20: Caxias/MA-Média da Temperatura Máxima entre 1981-2010



Fonte: INMET (2020) Org.: Ramos (2021)

Essa temperatura é reflexo da combinação de outros elementos já que a carga de energia mantida pela filtragem das nuvens, de partículas na atmosfera e do retorno refletido do solo (SOTLF et al, 1974) cria determinado gradiente. O gráfico da figura 20 exhibe o período de temperaturas menores que 33° C, em média, coincidindo com os seis primeiros meses do ano quando o solo contém maior taxa de umidade atuando para manter um céu com maior nebulosidade.

Contudo, a água como se sabe tende a demorar o seu aquecimento em relação a superfície sólida ou continental (SADOURNY, 1994). Neste sentido, um solo muito úmido responde diferente à atmosfera quanto liberação de energia de ondas longas no período em que ocorre maior concentração de precipitação ou, que esteja umedecido (AYOADE, 2015). Possivelmente o vapor d'água esteja com calor latente num nível diferente não sendo suficiente para ser alçado na atmosfera no mesmo ritmo que ocorre comumente em qualquer solo. Barry e Chorley (2013) chegam a citar questão envolvendo esta situação como

[...] o grau de condutividade varia com o teor de umidade e a porosidade de cada tipo de solo. [...] A umidade do solo tende a elevar a condutividade, preenchendo os poros do solo, mas umidade demais aumenta a capacidade térmica do solo, reduzindo assim a resposta em termos de temperatura (BARRY; CHORLEY, 2013, p. 55).

O solo tende a se aquecer de forma mais lenta refletindo assim uma carga de energia à atmosfera menor num período de insolação diário. Stolf et al (1974) comentam sobre o balanço de energia radiante em uma dada superfície natural, podendo estar nua ou com plantas, uma relação se manifesta como a que ocorre em corpo aquecido além de 0° K já emite radiação eletromagnética, e, de 50° C com o infravermelho.

São solos com transmissões de intensidade de calor menor, mas, com efeito cumulativo e do efeito estufa muito significativo. Pode ser verificado com a taxa de amplitude diurna da temperatura sobre os oceanos que chega ser menor de 0,7° C (AYOADE, 2015). Stolf et al (1974) demonstram que uma superfície de solo conforme sua capacidade de reter ou refletir pode chegar a elevadas temperaturas gerando fluxos de calor que moldam a temperatura da baixa atmosfera.

O outro período em que a temperatura local é muito salientada dando aspecto de que altera a relação das pessoas é no pós-Inverno no HS. Este percurso de tempo que culmina com as temperaturas máximas na Primavera entre setembro e outubro é muito crítico conforme se observa na figura 20. Acentua quando a região tende a aumentar a insolação, conforme quadro

7 que exibe a média de retenção de energia solar por nebulosidade média anual destacando a região Nordeste brasileira como a que tem menos cobertura de nuvens na média.

O que o quadro 7 informa é uma implícita amostragem do quanto cada região consegue permanecer com certo teor de umidade de solo em conjunto com a evapotranspiração da mesma. A Região Norte do Brasil é a que mais possui nebulosidade anual representando aí o poder da vegetação e das camadas líquidas sofrendo a ação da radiação solar. Já a Região Nordeste é a que possui menor variação deste fator atmosférico com apenas 34% evidenciando que algumas áreas sofrem muito com a situação sazonal cuja capacidade de umidade baixa bastante no solo em certas áreas da região dificultando a formação de nuvens.

Quadro 7: Variação da nebulosidade regional no Brasil

Região	Variação da nebulosidade anual média (%)
Norte	52
Sul	49
Centro-Oeste	41
Sudeste	41
Nordeste	34

Fonte: Torres e Machado (2016). Org.: Ramos (2020)

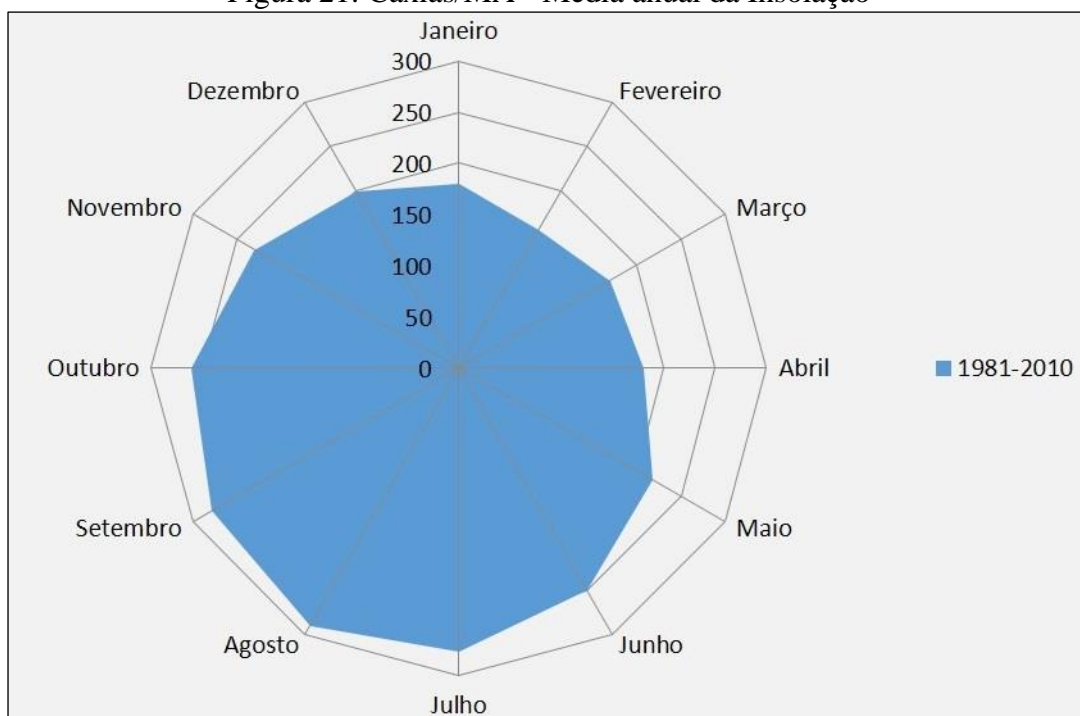
A nebulosidade é agravada pela presença normalmente de massas de ar mais secas na região que não conseguem formar as nuvens constantes e nem tipos que se condensam como normalmente nos meses iniciais do ano mediante a diminuição de vapor d'água no segundo período (TORRES; MACHADO, 2016; NIMER, 1989). Isto faz o HS aumentar sua participação na quantidade de energia recebida do Sol por superfície.

O aumento da temperatura condiciona-se com outros fatores locais como umidade relativa do ar, evapotranspiração, podendo amenizar ou ser acentuado. As amplitudes térmicas entre fases do dia se dão consideravelmente com os períodos de maior insolação provocando elevadas temperaturas como se observa com a distribuição da insolação da Normal Climatológica de 1981-2010 (INMET, 2020) para Caxias/MA (figura 21) em que os meses com mais horas expostas sem barreiras atmosféricas são agosto (289,9), setembro (278,7) e julho (277).

Para melhorar a questão sobre a nebulosidade específica à área de estudo o uso da precipitação acumulada da Normal Climatológica 1981-2010 serve como um modelo, pois, registra a Caxias/MA alguns meses do ano em que a precipitação está acima de 10 mm/mês. Como Tubelis e Nascimento (1992) apontam “a precipitação é diretamente proporcional à sua nebulosidade, acompanhando as suas flutuações ao longo do ano (TUBELIS; NASIMENTO, 1992, p. 179)”.

A insolação ganha impulso a partir do quinto mês indo de 179,9 horas em abril a 218,2 horas em maio (INMET, 2020) sendo que a partir de maio aumenta até agosto o que por extensão se tem o céu menos encoberto por nuvens conforme a Normal Climatológica 1981-2010 INMET, 2020).

Figura 21: Caxias/MA - Média anual da Insolação



Fonte: Inmet (2020). Org.: Ramos (2020)

A Normal Climatológica de 1981-2010 (INMET, 2020) como é percebida na figura 21, registra tendência central. Entre os períodos, sua variação ocorre sempre diante de um posicionamento central cujo total não é muito além da menor taxa de variação que se verifica com o período de 1961-1990 (INMET, 2020). Agosto assim se constitui como o mês mais crítico, de estação Inverno, cuja atmosfera local apresenta, pelo resultado das normais climatológicas como o mês que muito pouco apresenta céu recoberto por nuvens.

É uma característica importante porque a nuvem é um mecanismo que inibe a taxa de transmissão de radiação até a superfície. Nimer (1989) representa muito bem essa condição quando esboça o quadro de circulação normal das massas de ar sobre o Brasil durante o ano fazendo-se perceber que há um deslocamento neste período em que o mês de agosto se inclui, com massas de ar que originalmente não são secas, mas, devido seu desgaste até chegar ao interior do Nordeste brasileiro, não conseguem gerar condição de umidade atuante.

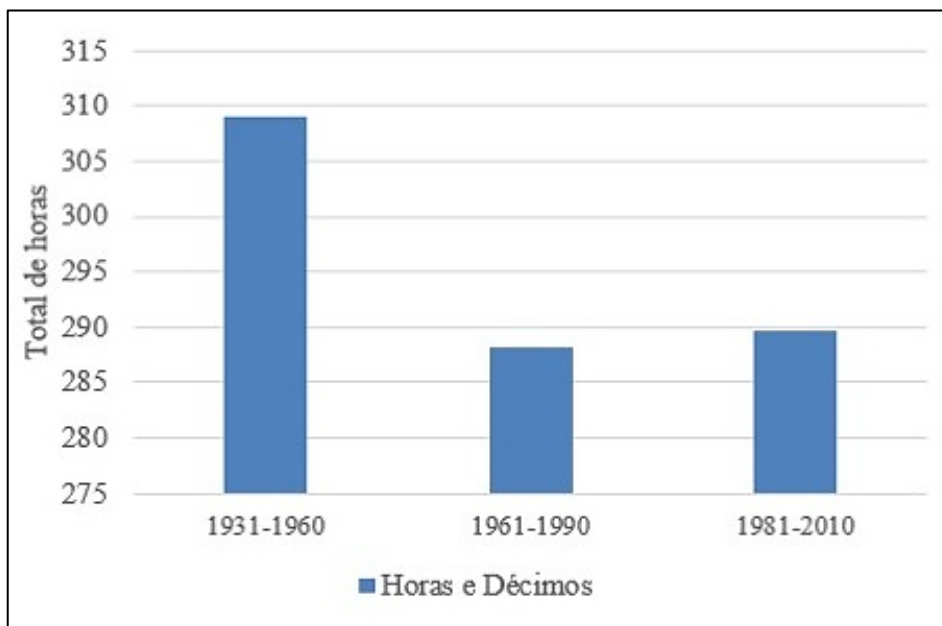
Torres e Machado (2016) ampliam a noção adaptando demonstração de circulação feita por Nimer (1989), juntamente com Tubelis e Nascimento (1992) alargando as áreas de atuação das mTa e mEa por praticamente todo o território brasileiro no Inverno, para a questão da insolação elevada em agosto. O quesito nebulosidade não é recorrente como igualmente se pode afirmar de que a saturação ou, a maior concentração de vapor d'água na atmosfera, também não é muito alta, não havendo possibilidade de contar com ar saturado mantendo a relação Terra-atmosfera numa troca incapaz de condensação suficiente nessa área.

Em agosto não há em Caxias/MA grande desconforto térmico, mesmo com elevada temperatura em média, não é semelhante ao que ocorre nos meses de setembro e outubro quando o aumento de calor é condição perturbadora tendo passado o período de maior insolação. Caracterizações como estas, mostram que as escalas estão muito integradas dentro da circulação regional, porém, a continentalidade pode atuar mais diretamente em virtude da distância da área fonte das massas de ar.

Na figura 22 a variação da insolação é consideravelmente elevada na normal de 1931-1960 (INMET, 2020) beirando a casa das 310 horas em média, sintetizando que o período teve pouca nebulosidade. Mantém conexão com a umidade conferida na figura 19 em que a taxa se destaca mais. Mostra que um fator para nossa região, como a umidade relativa do ar elevada é significativo para se entender que a insolação contribuiu para além dos níveis possíveis precipitações.

É sugestivo para dar ao solo condição de enviar à atmosfera mais vapor e aumentar tais níveis de umidade relativa e estresse térmico depois no segundo semestre do ano. A queda para as médias de insolação das demais normais é muito acentuada. O período com insolação é menor ocorre nas normais 1961-1990 e 1981-2010 compondo um diagnóstico de que houve mais nebulosidades constantemente. Forçando um tempo atmosférico de melhores médias.

Figura 22: Variação da insolação caxiense - Normais Climatológicas



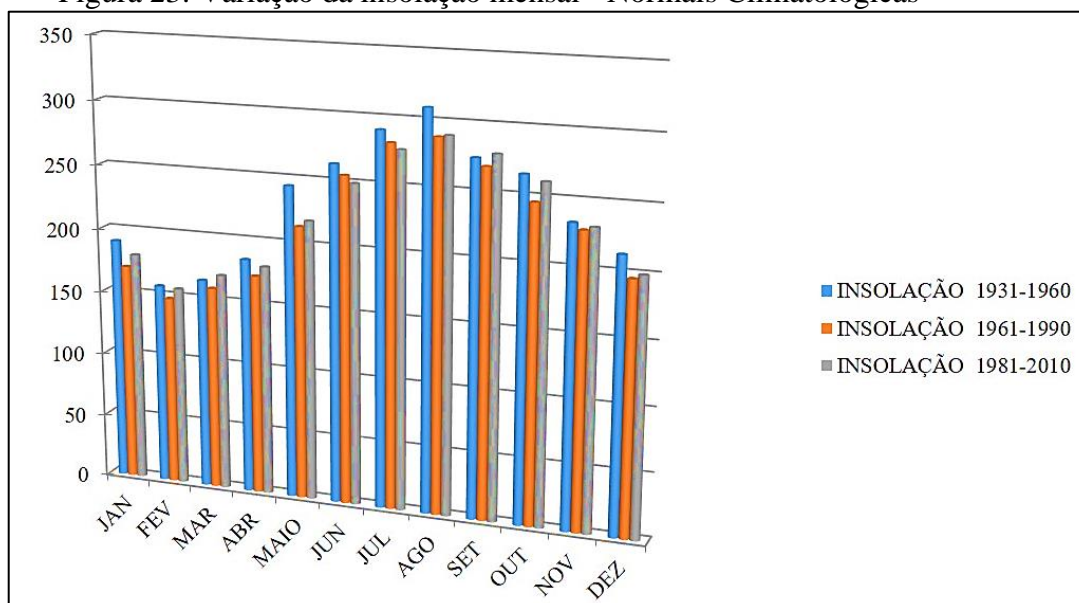
Fonte: Inmet (2020). Org.: Ramos (2021).

Outra condição para se observar a radiação e como efeito, a insolação caxiense, é observando a variação da insolação nas três normais climatológicas por mês, onde se pode analisar a concentração tanto sob aspecto do período estacional como sob outras condições atmosféricas que podem estar associadas tanto em sequências de períodos normais como em possível atuação antes ou depois de algum fenômeno causador de anomalias. Observa-se na figura 23 que a Normal Climatológica 1931-1960 (INMET, 2020) concentra maior insolação nos oito primeiros meses entre ambas. A Normal Climatológica 1981-2010 (INMET, 2020) em média, é a segunda com maior quantidade de insolação. A figura 23 traz essas possibilidades de compreensões sobre a insolação.

Neste caso, os dados do INMET (2020) são peculiares entre as duas últimas normais climatológicas de 1961-1990 a 1981-2010 com relativo decréscimo nos valores de insolação. Estão abaixo da casa das 290 horas em média, o que salienta confirmar que de alguma forma a área caxiense recebeu menos aquecimento, esteve mais arrefecida, por outro lado, com mais teor de nebulosidade tornando o quadro demonstrativo muito próximos entre 1961-1990 e 1981-2010. Seis décadas variando entre ambas num índice muito baixo. A figura 23 representa a dimensão da variação da insolação entre as normais mensais de como se mantêm entre os anos do total das normais em que os dois meses mais elevados superam em muito a 250 horas.



Figura 23: Variação da insolação mensal - Normais Climatológicas



Fonte: INMET Org.: Ramos (2020)

A variação da insolação está diretamente relacionada com a formação desenhada pelo planeta gerando espaços diferentes na obtenção de energia solar que resultam na produção final de temperatura em conjunto com outros fatores como é citado por Foucault (1993, p. 44) “a absorção pela atmosfera, os oceanos e os continentes transformam a energia luminosa essencialmente em energia calorífica, o que acarreta elevação da temperatura”.

Para a questão da temperatura em zona tropical equatorial, sua magnitude é reforçada pela concentração de energia cada vez mais acentuada em determinado ponto da mesma latitude de maneira que o acúmulo se dar muito mais no Equador e, dessa zona em diminuição aos polos, acrescentando que latitude, estação do ano, altitude e nebulosidade são fatores que interferem no grau de aquecimento da superfície (AYOADE, 2015). O poder dessa insolação comanda os demais elementos pressão, vento e precipitação e, entre eles, a temperatura conforme Petersen et al (2014) isto porque é a energia solar a maior fonte para a superfície, ditando o ritmo de todo este processo circulatório inclusive diante do fluxo dos movimentos terrestres (AYOADE, 2015).

Contudo, para Torres e Machado (2016, p. 29) insolação é descrita como “a duração do período do dia com luz solar ou a duração do brilho solar”. É interessante citar o que os autores acrescentam quanto taxa de refletância de superfícies ou objetos, sendo a água, 5%; asfalto, 7%; solo escuro, 10%; areia seca, 18%; concreto, 22%; solo úmido, 15%; solo claro, 27% e nuvens chegando a 50%-55% dependendo dos tipos e espessuras daí a temperatura está associada a esses fatores.

### 6.1.2 A Umidade relativa do ar local

O sistema atmosférico nos trópicos, assim como ocorre com outras latitudes mantém características distintas, tem atuação de massas de ar igualmente diferentes nos espaços intertropicais provocando resultados da mesma forma, o que é diferente inclusive com a espessura da atmosfera na faixa do Equador (TORRES; MACHADO, 2016). O campo atmosférico é movido sempre pelo nível de insolação e movimento de massas de ar que caracterizam períodos sazonais estes fenômenos. Afetam outros fatores como valor de pressão e temperatura da camada de ar, sendo que esta última quanto mais elevada, haverá menor pressão (TORRES; MACHADO, 2016).

Solos e tipos de vegetação geram níveis de umidade diferentes com a evapotranspiração sendo uma dessas portas (AYOADE, 2015; STOLF; ATHAYDE; BOARETTO, 1974). Para Sadourny (1994) é impossível não estabelecer vínculo entre a camada vegetal e o clima, pois ao longo do tempo ambos têm evoluído em simbiose, isto porque nos centros de ascendência geram florestas. A preocupação com a umidade tanto no solo como na atmosfera é necessária porque para a superfície esse valor significa condição de contribuir com o desenvolvimento de plantas, culturas que nem podem contar com excesso, como também não podem estar em déficits (AYOADE, 2015).

No caso da atmosfera é sinal de que há retroalimentação local para com a circulação inclusive regional dando condição, às vezes, para a condensação evoluir à precipitação. Um período longo com baixa umidade significa longo tempo sem a contribuição de nuvens para reter quantidade de energia como ocorre nos meses de AST. A temperatura fisiológica (AYOADE, 2015) também é afetada com o estado da umidade do ar. Pessoas sentem muito com alta e baixa umidade do ar. Sorre (2006) chega a dizer que os primeiros registros de clima foram feitos em meios naturais, inclusive o organismo humano, para em seguida completar “o organismo não é somente um registrador como se tem dito frequentemente. É um integrador” (SORRE, 2006, p. 93).

Nesta troca de energia e moléculas a atmosfera pode representar certo parâmetro que não tem alteração em determinado período, como pode mudar e demonstrar alta ou baixa taxa de umidade do ar. Esse índice de vapor d’água é determinante quanto composição da baixa atmosfera, representa 99% entre os gases que estão na troposfera (PETERSEN; SACK; GABLER, 2014), sendo o que muito contribui com o efeito estufa.

É através da umidade do ar que a precipitação se forma após passar pelos processos de ascensão e de condensação. A taxa de umidade do ar é ligeiramente proporcional ao movimento

de radiação incidente na superfície e de evapotranspiração como retorno, portanto, ela é diretamente afetada pela quantidade de energia que uma superfície recebe até o seu limite de saturação. Ayoade (2015) demonstra com a tabela 1 esta relação.

Tabela 1: Valor de umidade no ponto de saturação em temperaturas dadas

Temperatura em ° C	Vapor de água em g/m <sup>3</sup>
35	39,6
30	30,3
20	17,3
10	9,4
0	4,8
-10	2,3

Fonte: Ayoade (2015)

Ayoade (2015) demonstra através da tabela 1 a quantidade de vapor de água em g/m<sup>3</sup> presente numa certa quantidade de ar saturado conforme a temperatura em graus celsius. Sendo que para região com médias de temperatura acima de 30° C o valor para a umidade do ar é maior do que 30,32 g/m<sup>3</sup>, sendo 39,6 g/m<sup>3</sup> a equivalente temperatura de 35° C o que se pode conferir a partir da tabela 2 com a Normal Climatológica (1981-2010) para Caxias/MA sobre temperatura máxima e umidade relativa do ar.

O transporte favorece a evapotranspiração deste vapor até se constituir em umidade do ar que se processa por movimento horizontal e vertical para a coluna atmosférica (BARRY; CHORLEY, 2013). Neste caso o deslocamento comparado de valores anuais médios de precipitação (P) e evaporação (E) é indicado pelos autores, em latitudes baixas e médias P>E, tendo nas regiões mais distantes dos trópicos, subtropicais ocorrendo P<E. O resultado disso é o transporte líquido de umidade do ar para dentro da atmosfera em de áreas de convecção e movimento para fora em áreas de divergência.

$$E - P = Dq$$

Onde, evaporação - precipitação = transporte horizontal líquido de umidade para uma coluna de ar. Mencionam Barry e Chorley (2013) que sobre a evaporação local nem sempre é a responsável pela precipitação.

É importante enfatizar que a evaporação local, em geral, não é a principal fonte de precipitação local. Por exemplo, 32% da precipitação sazonal de verão sobre a bacia do rio Mississipi e entre 25 e 35% da que ocorre sobre a bacia do Amazonas são de origem “local”, e o restante é transportado para essas bacias por advecção de umidade BARRY; CHORLEY, 2013, p. 82).

Dentro desta perspectiva de que a influência maior seja o movimento de grandes massas de ar, o papel dos oceanos fica mais evidente quanto fontes provedoras das condições capazes de ditar a ocorrência de fenômenos em diferentes partes do continente. Fato que justifica locais como Caxias/MA cuja capacidade de evaporação em determinado período do ano se torna mais ativa potencialmente, pois, se intensifica muito a partir de julho com média de 114,5 mm (1931-1960) a setembro (1981-2010) cuja normal registrou máxima de 185,5 mm (INMET, 2020).

Certifica-se que as trocas de energia facilitam ocorrência intensa de parte da umidade do ar rapidamente após o período chuvoso o que em tese, explica a queda da umidade relativa do ar, bem como, da existência de alta temperatura. As normais climatológicas dão referência para tecer análise desta dinâmica importante a Caxias/MA, pois, é tempo (de julho a novembro) onde a combinação de temperaturas elevadas, umidade baixa e logicamente fora de precipitação forma um ambiente térmico muito desconfortante nos períodos diurnos.

Tabela 2: Caxias/MA: Temperatura Máxima e Umidade (1981-2010)

Parâmetro	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temperatura <sup>o</sup> C	32,8	32	31,9	31,8	32	32,2	33,1	34,9	36,5	36,9	36,3	34,7
Umidade, %	74,6	78,5	81,7	82,3	77,9	71,5	64,3	57,2	53,4	54,2	56,8	65,1

Fonte: INMET (2020) Org. Ramos (2020)

A tabela 2 nos faz compreender o que há com a umidade relativa do ar que é mais elevada nos seis primeiros meses do ano. Até aí se tem o efeito das precipitações que elevou a umidade da superfície correspondendo a alta taxa, o que para o restante do ano, apenas a cobertura verde e água superficial em esparsos locais não são suficientes para manter a atmosfera com pelo menos os mesmos níveis da taxa de umidade. Sobre essa questão de relação entre fatores e suas influências há,

a energia solar é usada na evaporação e é, então, armazenada na forma de vapor de água [...] quanto mais quente for o ar, maior a quantidade de vapor de água ele pode conter. Portanto, podemos generalizar que o ar nas regiões polares pode conter muito menos vapor de água (cerca de 0,2%) que o ar quente das regiões tropicais e equatoriais da Terra, onde o ar pode conter até 5% do seu volume (PETERSEN *et al.*, 2014, p.103).

A troca é ditada constantemente em áreas equatoriais porque a insolação é sempre elevada como em Caxias/MA segundo as Normais Climatológicas 1931-1960, 1961-1990 e 1981-2010 (INMET, 2010) que a partir do mês de maio até novembro fica na casa de 200 horas onde a dinâmica tanto da evolução de horas expostas ao brilho do Sol por superfície como a taxa de evaporação que também ocorre em dado período sendo conferido pela figura 24.

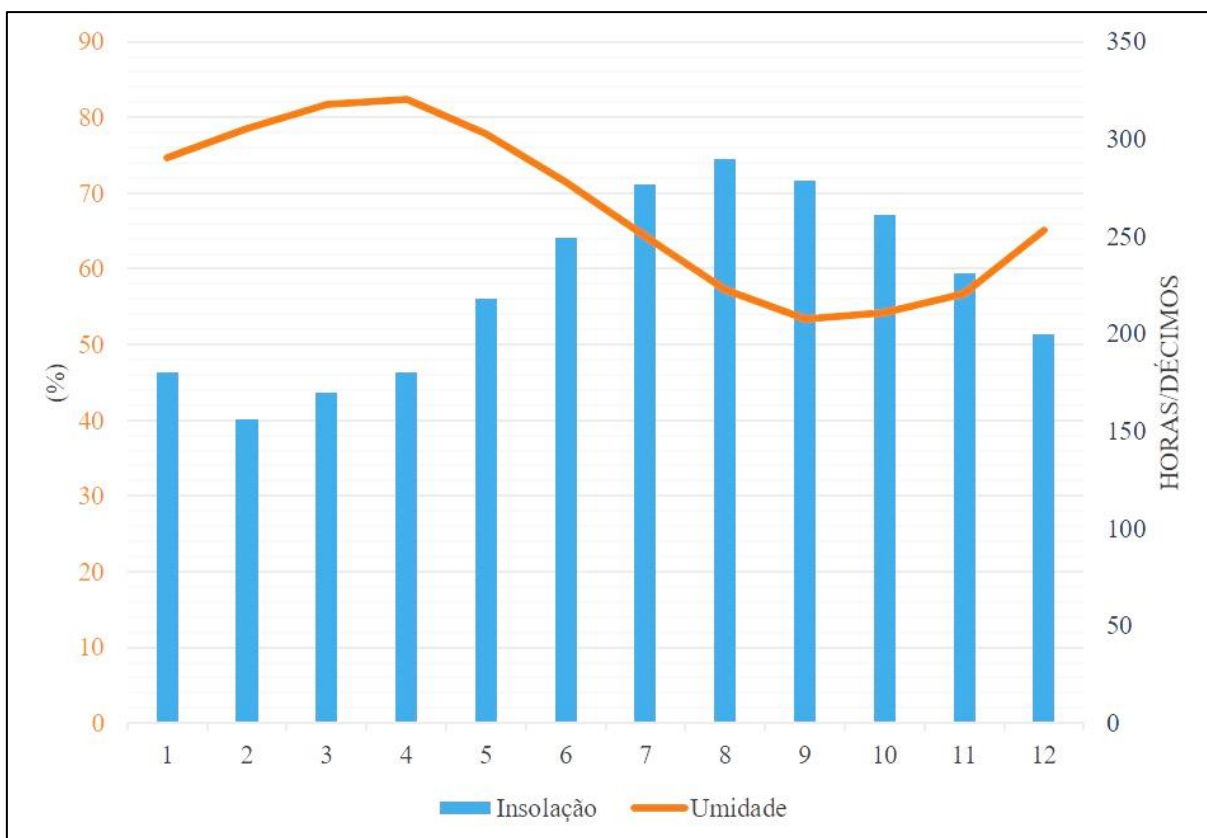
A Normal Climatológica 1981-2010 (INMET, 2020) representada na figura 24 quanto umidade relativa do ar traz linha que efetua sinuosidade em ‘esse’ variando entre 83,9% e 59,7% durante média anual nos trinta anos. Caxias/MA mesmo com essa variação, apresenta um gráfico que não tem baixa muito acentuada levando-se em conta a variação em termos de média. Sua acentuação fica por volta do terceiro e quarto mês do ano, logicamente está relacionado com o período normal de precipitação.

A curva da umidade inicia sua descida logo após o cessar das chuvas. Isso mostra que a área possui um elevado índice de evaporação chegando a permanecer todo o período do Inverno em queda que cessa por volta de setembro voltando a realimentar a partir deste mês progressivamente até o final do ano. A nebulosidade é por efeito o grande insumo que faz este mecanismo (de insolação) oscilar entre sua baixa no início do ano e aumento logo em seguida ao término da época das chuvas normais. Em agosto atinge mais de trezentas horas (289,7 h) conforme Normal Climatológica 1981-2010 (INMET, 2020).

O efeito de insolação como se encontra na figura 24, que faz o mês de agosto de cada ano o mais crítico apresentando padrão de elevada quantidade de horas de Sol sem intervenção de nuvens, contribui para que árvores, superfícies mais úmidas além de solos, emitam mais umidade tornando-os conseqüentemente menos niveladores de calor.

O mês de agosto chega a superar a casa das 280 horas de radiação, esta por sinal muito forte, em virtude da ausência de nuvens o que contribui com mais aquecimento da superfície modificando também a taxa de umidade relativa do ar como consequência. Esta condição verificada em agosto vai refletir na taxa mínima de umidade relativa do ar que ocorre no mês de setembro chegando me média a 53,4% verificada pela Normal Climatológica 1981-2010 (INMET, 2020).

Figura 24: Caxias/MA-Variações de insolação e umidade relativa 1981-2010



Fonte: INMET (2020) Org: Ramos (2020)

O estudo da umidade é essencial para determinado lugar porque este fator além de estabelecer trocas entre superfície e atmosfera proporcionando ou não mudanças, que os sistemas de médias escalas, podem causar, por sua vez, alteração local com precipitação ou até contribuir para recompor certa taxa de umidade da atmosfera, como também diretamente ligado ao bem-estar das pessoas. Ao lado da temperatura, a umidade do ar se constitui como fator crítico do Inverno à Primavera austral para a área de estudo a cada ano. Ocorrem momentos de concentração em níveis muito baixos na atmosfera, sempre atingindo essas médias baixas a partir do meio-dia até o iniciar da noite.

Portanto, essa condição do ar pode ser analisada de três formas segundo Petersen *et al* (2014) sendo, (1) umidade absoluta: quando se verifica a quantidade de gramas por metro cúbico ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) o que de fato é ocorrente na atmosfera que passa receber o vapor de água em sua quantidade sem classificá-lo. (2) umidade específica: é dada com a massa de vapor de água, em gramas, pela massa de ar, em quilograma, ( $\text{g}/\text{kg}$ ) isto porque devido a variabilidade do relevo, de altitudes por contarem com ar mais frio, podem ter diminuição da umidade. (3) umidade relativa do ar: que está numa proporção entre a quantidade de vapor de água no ar em uma dada

temperatura e a quantidade máxima de vapor que o ar pode conter a essa temperatura, expressa em porcentagem.

Para os autores, há dois fatores que interferem na variação geográfica da umidade relativa. Primeiro, a umidade disponível, pois havendo mais líquido disponível para a evaporação de um corpo d'água, o ar neste local normalmente contém mais umidade do que o ar à temperatura semelhante sobre a Terra. O segundo, a temperatura. Ou seja, “em regiões de temperatura mais alta, a umidade relativa do ar contendo a mesma quantidade de vapor de água será menor do que seria em uma região mais fria (PETERSEN *et al.*, 2014, p.104)”. Esta variabilidade vai aparecer se a quantidade de vapor de água sofrer aumento ou, por conta da mudança de temperatura alta ou baixa.

### 6.1.3. A Precipitação local: o problema de ordem secundária

A precipitação local em termos quantitativos tem sua referência na configuração do tempo e distribuída em razão de fatores que condicionam concentração anual entre os meses de janeiro a abril, isto implicado por forçantes como a mudança da estação do ano e alteração do regime de circulação de média escala que se pode observar em Serra (1954).

Para a zona equatorial do Atlântico convergem os ventos “alísios” de NE e SE, provindos, respectivamente, dos hemisférios Norte e Sul. Ao atingirem aquela região tais correntes perdem a sua velocidade, formando-se uma faixa de “calmarias” na qual o ar se eleva, acarretando chuvas e trovoadas. A posição da referida “faixa” (chamada “frente Tropical”), não é fixa, antes se desloca diariamente, e com as estações do ano. No fim do verão setentrional, e devido ao grande resfriamento do “Polo Sul”, tal “Frente” se encontra na sua maior latitude “Norte”. Estaciona, assim, sobre a Venezuela em setembro e outubro, para descer às Guianas em novembro, ao Pará em dezembro, atingindo por fim o Maranhão em fevereiro, e o Ceará em março. Neste último mês, e devido ao grande resfriamento já agora do “Polo Norte”, a “Frente” alcança sua maior latitude “Sul”. Ela retorna, depois, ao Piauí em abril, ao Pará em maio às Guianas em agosto, e, novamente, à Venezuela em setembro. Desse modo, a “estação chuvosa” do Nordeste ocorrerá de “janeiro a abril”, sendo secos os meses restantes quando a região permanece sob os alísios de SE do atlântico Sul (SERRA, 1956, p. 269).

Para a complexa relação de movimentos que acompanham as condições de formação de nuvens, portanto, de chuvas para o Nordeste, acrescenta Serra (1956) que havendo atraso da Frente Tropical no movimento para o Sul provoca condição de que as chuvas não mais atinjam as mesmas áreas dessa região brasileira, formando o que se chama de período de escassez de

chuvas. Considerando período de circulação normal, a média apontada para a área de estudo é que nos quatro primeiros meses do ano o índice de precipitação mantenha-se em patamares acima de 200 mm conforme a Normal Climatológica 1981-2010 (INMET, 2020).

Para Caxias/MA localizada a leste do sistema amazônico indica que o período estacional faz com que parte do ano permaneça com baixo volume de chuvas contribuindo com o processo de queda de umidade do ar que a leva de área úmida a seca entre o final de maio e até novembro quando se verifica o retorno do aumento do volume de chuvas e de umidade conferido pelos gráficos de precipitação e de umidade das normais climatológicas de 1981-2010 (INMET, 2020).

Para compor este cenário de chuvas no período Verão-Outono com pico no mês de março marcando média mensal de 353 mm (INMET, 2020), é necessário observar dinâmicas das massas de ar, de todo processo que se relaciona na distribuição de correntes atmosféricas possibilitando a formação de chuvas e até daqueles fatores que inibem tal ocorrência em circulação normal, como se encontra em Nimer (1964) quando menciona o mecanismo de avanço e recuo da Frente Intertropical (FIT) na zona equatorial:

o hemisfério Norte maior área continental, ele é em média mais quente que o hemisfério Sul. Por isso a grande massa de ar frio deste último conserva a FIT em média acima do equador. No verão norte a referida frente se encontra cerca de 10°N, atingindo sua posição extrema em setembro, quando o polo Antártico está mais frio. [...] no verão sul ela se encontra mais próxima do equador para alcançar sua posição extrema meridional em março, devido agora ao intenso resfriamento do polo Ártico (NIMER, 1964, p.147).

A condição de hemisfério com área continental menor, o HS apresenta temperatura mais baixa, de modo geral, e, pressão atmosférica suficiente para manter a FIT afastada em alguns meses do Sul, produzindo campo atmosférico físico-químico capaz de manter sistema distinto à FIT agindo, assim, intensamente sobre o Norte do Brasil principalmente no Nordeste do Brasil (NEB) que não manterá umidade do ar suficiente para ocorrer precipitação frequentemente fora do período normal de chuvas. É o que simplifica Serra (1956) sobre os processos de frentes atuantes no Brasil.

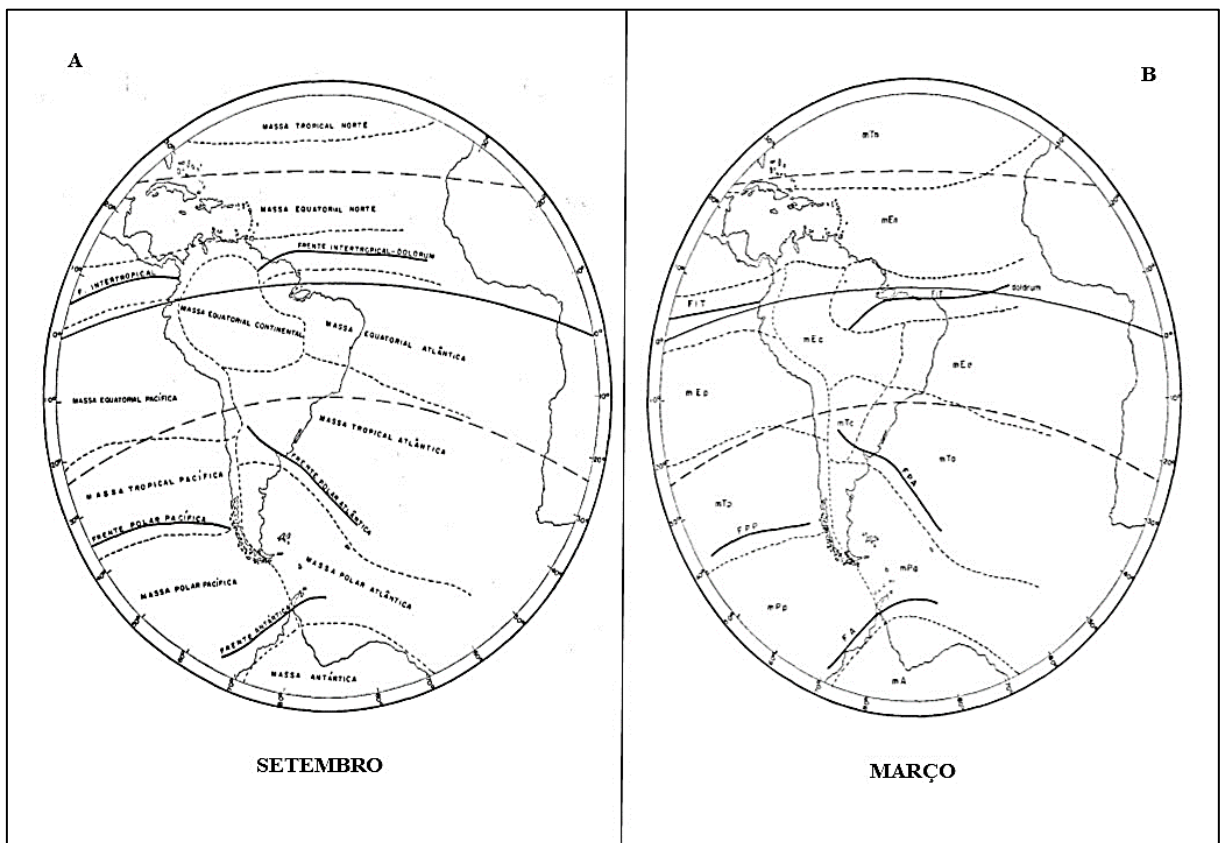
A região é área afetada por processos que se deslocam de longas distâncias e origens distintas, como a ZCIT [FIT], a mEc e mEa tendo o período um fator que contribui formando gradiente propício ou não a que a referida área seja servida de quantidades razoáveis de chuvas, como citado antes por Serra (1956). Um fator importante neste processo é que o tempo seco no



leste maranhense não tem relação com o contato de massas de ar como se percebe “o clima sêco do Maranhão não provém, como se tornou tradicional dizer, de aí ocorrer contacto de massas de ar com regimes de chuvas não coincidentes durante o ano (NIMER, 1964, p. 155)”.

Já o centro de ação do Atlântico Sul que corresponde pelo bom tempo no hemisfério Sul tem sua máxima pressão no Inverno [julho] e sua mínima no Verão [janeiro] (NIMER, 1964), isto facilita a chegada do período chuvoso de janeiro a abril quando a FIT se impõe com maior intensidade na zona tropical sul cuja sua atuação/ação inibe, por sua vez, a massa equatorial atlântica de atuar, ficando esta responsável pelos meses secos pós-abril. Para Nimer (1964) essa circulação é exemplificada com a situação das imagens da figura 25.

Figura 25: Massas de ar circulação normal



Fonte: Nimer (1964)

O modelo apresentado por Nimer (1964) considerando circulação normal descreve como permanece cada período em Caxias/MA, que em setembro conforme figura 25(a) está sob domínio de circulação de mEa expondo o ambiente a período de baixíssimo nível de precipitação como se observa com os valores descritos pela Normal Climatológica de 1981-2010 (INMET, 2020) quando setembro registra 9,5 mm; outubro 25,7 mm; novembro 39,3 mm;

dezembro 127,5 mm; janeiro 215,9 mm; fevereiro 242,1 mm e março 353,0 mm, figura 25(b) . Serra (1962) descreve sistemas que mesmo estando distantes do NEB, influenciam a precipitação no equador e na zona equatorial como a caxiense.

Estes sistemas originam-se nas regiões do Atlântico Norte, como o de Açores (Portugal), como da dinâmica do frio na Inglaterra e na Islândia, com a FPA que conforme seu processo de deslocamento no sentido Norte, provoca mudança na localização de outro sistema do atlântico que mantém semelhante processo de avanços ou retrações. Segundo Serra (1962) dinâmicas diversas ocorrem conforme passa o tempo justificando a ascensão ou não de determinado momento em que as chuvas no NEB podem ocorrer. É um conjunto de complexidade físico-químico que faz a região nordestina contar com diferentes volumes de precipitação.

Os centros anticiclônicos estabelecem pressões que agem como dispersores de ar para que determinado sistema atmosférico possa exercer influência ou domínio, nível de variabilidade de fatores como temperatura, pressão e ventos entre as componentes que movem estes pacotes de ar além da escala geográfica média, mas, em sentido global, tendo a FPA Norte como a FPA Sul moldando condições de mudança entre outros sistemas mais regionais.

Serra (1954) põe a relação entre as estações Verão e Inverno como balança para o deslocamento da ZCIT [FIT] ora mais distante do Equador quando Inverno no hemisfério Sul e, mais próxima quando é neste hemisfério Verão e Outono fazendo esta frente atingir maiores latitudes sul.

Para que ocorra chuvas no NEB segundo Nimer (1964) constata-se que algumas dinâmicas zonais anticiclônicas são executadas como:

- a) Pressões baixas na Groenlândia, Islândia, Alasca, Havaí Estados Unidos, Índia, Samoa, Buenos Aires e Ilhas Árcades; b) Pressões altas em Zanzibar, Port Darwim e Capetown; c) Temperaturas baixas na Groenlândia e Japão; d) Temperaturas elevadas no Havaí, Índia, Dacar, Samoa e Santa Helena (NIMER, 1964, p. 155).

É certo que atualmente os estudos estão mais avançados e que além dessas situações elencadas por Serra (1954; 1956;1962) e Nimer (1964) há outros mecanismos circulatórios não contínuos que interferem na dinâmica de chuvas ou de secas na região NEB. O El Niño é um desses fenômenos. Após verificar como os sistemas produtores de tempo na região interferem com suas dinâmicas de deslocamento, outros mecanismos atuam também com efeito na distribuição da precipitação.

Para Monteiro (1999) a origem, geração e desaparecimento do El Niño pode estar ligado ao Sol. “Tudo indica que o fenômeno da geração e desaparecimento do “El Niño” é uma

manifestação ou consequência direta dessas flutuações de nossa fonte primária de energia (MONTEIRO, 1999, p. 14)”.

As mudanças mencionadas são sobre as manchas solares que ocorrem na estrela como parte de seu habitual processo turbilhonar em que essas erupções desencadeiam mais energia que chega ao planeta. São variadas não tendo períodos certos em suas aparições fazendo com que a atmosfera terrestre atue como filtro e proteção às camadas mais baixas desta atmosfera e das condições vitais para a biosfera do planeta.

A localidade do Pacífico onde se processa o surgimento do El Niño é próximo ao Equador, não permanecendo o fenômeno com seu efeito reduzido à escala local e média, tem sua influência em toda a América do Sul, bem como, além em outros continentes. O fenômeno pode ser descrito conforme sua intensidade em três estágios marcantes pela maneira como interfere em condições meteorológicas em escala planetária. El Niños podem ser classificados quanto suas intensidades em: médio, intenso e muito intenso (BARRY; CHORLEY, 2013); de fraco, moderado e forte por (FERREIRA; MELLO, 2005).

Percebe-se que esta classificação é arbitrária em que varia conforme o autor. Quanto ao local de origem, Pereira, Simões e Ambrizzi (2017) dão denominações de El Niño Modoki, quando o aquecimento ocorre na parte central do Pacífico Tropical ladeado por águas mais frias já mais próximo à região 4; El Niño Clássico é o que surge no Pacífico Tropical leste próximo da região 1+2 e o MIX que se identifica quando os dois tipos surgem em virtude de diversos mecanismos e até ao mesmo tempo.

Inserido nas situações de El Niño, há outro mecanismo que atua sendo de origem atmosférica, a Oscilação Sul. Neste caso, o mecanismo flutua gerando diversidades de condições que induzem ao movimento anormal de determinado fator provocando alterações entre Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e os padrões atmosféricos, portanto, o aquecimento anormal da água superficial será condição para que dinâmicas no ar atmosférico sejam afetadas e reorientadas como a célula de Walker (PEREIRA; SIMÕES; AMBRIZZI, 2017).

O movimento de centros de ação e frentes constitui o fator que interfere na condição de chuvas no NEB, como em situação de falta desta precipitação caso haja algum contratempo na circulação destes sistemas. A dança que ocorre nas disposições de mecanismos do hemisfério Norte como também os de origens meridionais, faz aparecer nas baixas latitudes do NEB no Maranhão condição que se leva a compreender razões, em parte, de que o leste maranhense em muitos anos se encontra em períodos de falta de volume regular de chuvas, com características de secas.

Nimer (1964) evidencia a localização de massas de ar sobre o Brasil e o seu Nordeste no mês de março tendo a FIT dominando todo o litoral do Maranhão até RN, além de interiorizar; mantém a mEa agindo por muita área inclusive do Sertão nordestino numa faixa paralela à costa até o encontro com a mTa, mais próxima do Trópico de Capricórnio que se mantém no mesmo sentido da mEa, neste ponto, percebe-se “sob o avanço da FPA, com orientação SW-NE, o centro de ação do Atlântico é deslocado para noroeste ficando o NEB sob sua ação” (NIMER, 1964, p. 150).

Com a Frente Fria (KF) estando no oceano, de sentido SW-NE, a FIT segue a orientação chegando no Maranhão penetrando o interior até o estado do Goiás. Com essa dinâmica da frente, outro centro, o de Açores promove tempo bom no Amazonas, mas diminuindo chuvas em áreas dos vales do São Francisco e Jaguaribe (NIMER, 1964). Segundo Nimer (1964) quando há deslocamento da KF de E-W chegando até os paralelos 22°S e 23°S, a circulação toda se reordena para leste.

O centro de ação do Atlântico deixa o NEB, a pressão cai. Neste teatro com diversos atores, com a saída da KF, a FIT segue o mesmo traçado, fazendo com que esta última desça e alcance maiores latitudes, com isto, a dorsal dos Açores que havia penetrado no Amazonas, retrai a norte enquanto a mEc pressionada por ambos sistemas FIT e a FPA, se estende do Amazonas ao Nordeste com chuvas de Oeste que geralmente não passam da serra de Ibiapaba (NIMER, 1964).

Entre o final do Verão e o período de muita precipitação, março [Outono] mês com maior média de precipitação também em Caxias/MA, a região é submetida a mudanças de condições dos sistemas culminando com a penetração da ação da FIT com sentido E-W, descendo ao Nordeste, vencendo a chapada do Araripe e a parte ocidental da Borborema, daí retornará ao Pará, e às Guianas a partir de abril como descreve Serra (1956). A questão tempo é o singular fator que desencadeia esses processos envolvendo distintos mecanismos de produção de tempo e das alterações de paisagens associado tanto a movimento da Terra como da alteração em relação ao Sol.

## 6.2. ANÁLISE DA TEMPERATURA URBANA REGISTRADA EM JULHO E OUTUBRO DE 2020 EM CAXIAS/MA

### 6.2.1 Comportamento da temperatura noturna em julho de 2020

A temperatura observada em campo no mês de julho de 2020 nos traz um panorama do microclima em um mês em que seguramente o período noturno é muito interessante dentro do contexto estacional, como não deixam de ser as temperaturas colhidas nos horários diurnos. De forma que a temperatura noturna máxima foi de 29,9° C no P3 às 21 horas do dia 29 de julho de 2020 com a mínima de 27,7°C no P2.

Dia 17 de julho de 2020 a mínima foi de 26,0° no P4 e, máxima de 28,6°C no P3. Os dados já evidenciam que há diferenças pontuais pelo ambiente urbano uma vez que a segunda temperatura mais baixa para às 21 horas foi registrada no dia 25 de julho com 26,6° C no P2 e, a segunda temperatura noturna mais elevada ocorreu no dia 10 de julho de 2020 no P4 com 29,8° C.

A variabilidade da temperatura noturna no mês de julho de 2020 sofre influência do período estacional que tende manter radiação e insolação com pequenas variações. Barry e Chorley (2013) também destacam a influência tanto da ação de fatores de mesoescala como da condição da dinâmica local envolvendo a atmosfera que pode dotar-se de certo aspecto para a circulação horizontal, como a vertical em que a convecção pode contribuir bastante com o momentum atmosférico.

O efeito da insolação dar resposta específica no período noturno. Barry e Chorley (2013), mencionam que estudos associam o efeito radiante que envolve o resfriamento noturno mais ativo de áreas sem cobertura de nuvens próximas a sistema de mesoescala, executando movimentos de divergência e reforçando os processos de convecção dos níveis mais baixos dos sistemas de nuvens, além de causar variação na pressão.

Stolf *et al.* (1974) contribuem neste sentido citando como ocorrem as trocas de energia no período noturno em que a base da atividade está em potencial capacidade de absorção que a superfície tiver mediante sua estrutura e cobertura. Assim para eles, os movimentos ou fluxos de calor da noite são:

- a) Emissão de energia sob forma de onda longa pela superfície do solo, podendo em noite sem nuvens atingir altos valores, levando-a a um intenso resfriamento. Nessas condições o ar adjacente se resfria por condução,

principalmente na ausência de ventos, podendo atingir baixas temperaturas. Esse fenômeno é conhecido por “geada de irradiação”

- b) Condução de calor das camadas mais profundas do solo para as camadas da superfície que já se resfriaram.
- c) Condução de calor do ar para a superfície terrestre mais fria, ocasionando o fenômeno de inversão de temperatura.
- d) Emissão de energia radiante de onda longa do ar para a superfície do solo, condicionando também o resfriamento do ar. (STOLF *et al.*, 1974, p. 128/9).

A elevação e o aspecto da superfície terrestre exercem controle sob a distribuição da insolação (AYOADE, 2015). Conforme se observou, a variabilidade de energia noturna tem efeito maior ou menor mediante a situação que estas superfícies e o sistema atmosférico estejam atuando, pois, se uma superfície recebe muita radiação em ondas curtas, conseguindo absorver bem, isto conta para depois, estabelecer um gradiente qualquer de temperatura a este ambiente que conta com a emissividade lenta de energia em ondas longas. As superfícies podem atingir temperaturas elevadíssimas (até 60° C) na parte mais superficial, tornando a troca mais efetiva com a liberação de parte desse total (Stolf *et al* (1974).

Segundo Ayoade (2015), além da radiação emitida pela superfície terrestre em ondas longas, a maior parte da energia emitida pela Terra está na faixa espectral infravermelha, que é atmosférica e terrestre inclusive a emitida a noite para atmosfera. Diz ele “em segundo lugar, a radiação infravermelha ocorre tanto durante o dia quanto à noite. Ela é somente dominante à noite porque a radiação solar é, então, interrompida (AYOADE, 2015, p.34)”. Para o autor, em virtude de a superfície emitir e receber energia, segundo ele, como um corpo cinza de onda infravermelha, o fluxo de radiação é dado pela:

$$\text{Equação } I_{\uparrow} = \epsilon \sigma T^4$$

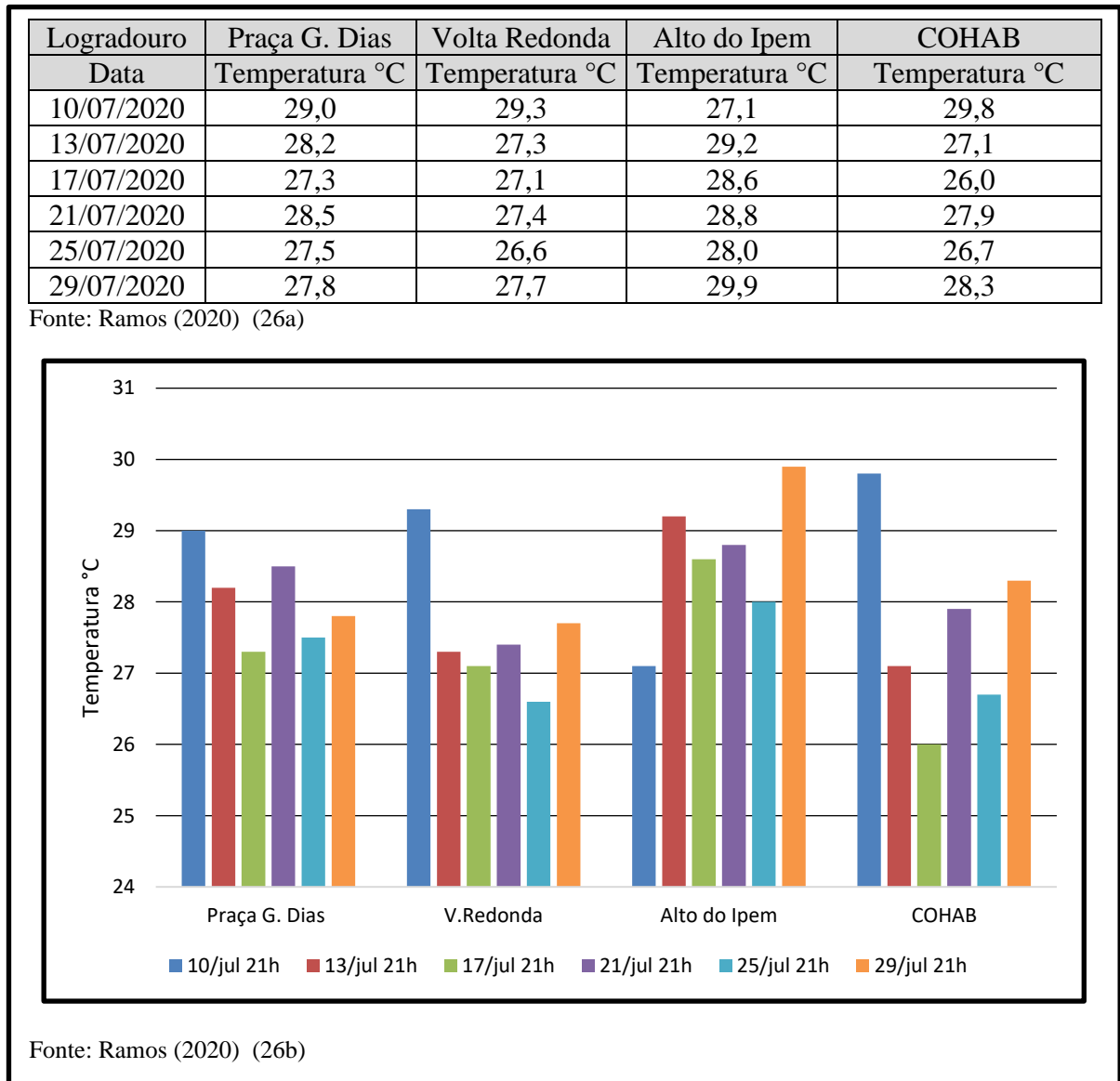
Onde  $I_{\uparrow}$  fluxo de radiação terrestre,  $\epsilon$  é a emissividades infravermelha,  $\sigma$  é a constante Stefan-Boltzmann e  $T$  é a temperatura absoluta da Terra.

A figura 26 (a) nos apresenta a quantificação da temperatura noturna conforme as datas de efetuação das coletas nos pontos de observação. Temos assim diretamente a medida do quanto se tinha de graus celsius às 21 horas. A variação individual oscila entre 26° C, dia 17/07/2020, no P4 (COHAB) e, 29,9° C no P3, (Alto do Ipem) no dia 29/07/2020. Para a figura 26 (b), uma estatística gráfica agrupada por data nos locais de coleta de dados, que exhibe de forma mais evidente a variação da temperatura em cada dia.

Entre estes dias com maior temperatura por cada ponto observado, o dia 10 de julho de 2020 aparece em 3 dos 4 pontos como a noite com mais elevada temperatura no mesmo horário variando de 29° C, 29,3° C e 29,8° C. Já sobre os registros com as menores temperaturas observadas, o dia 17 de julho de 2020 no P4, chegou a constar 26° C. Neste mesmo ponto,

também foi possível conferir que há mais variação, entre os dias pesquisados, isto porque alterna entre 26° C e 29,8° C podendo ser compreendido que há maior possibilidade de ser área com algum fator que interfira de forma mais significativa na temperatura em condição de tornar área com possibilidade de ocorrência de ilha de calor.

**Figura 26: Caxias/MA-Variação da temperatura às 21h em julho de 2020**



Entre aquelas máximas e as mínimas mesmo sendo período sazonal de Inverno, a temperatura máxima registrada foi de 29,9° C no dia 29 de julho de 2020 no P3 que está mais periférico o que tenderia apresentar temperatura noturna às 21 horas com valor menos elevado. Esta situação chama atenção já que no mesmo dia no P1, centro, o registro da temperatura atingiu 27,8° C. A capacidade de dissipação de calor neste dia foi menor no P3 conduzindo de

maneira mais lenta à atmosfera a energia tanto das superfícies construídas, como do solo nu ou recoberto de vegetação que se verifica no entorno.

Considerando este horário, dois dias apresentaram amplitudes iguais entre os pontos da pesquisa. Os dias 21 e 25 de julho de 2020 ambos variaram a 1,4° C na amplitude térmica o que significa dizer que mesmo havendo registros de temperatura individualizados diferentes, a máxima e mínima temperatura dos dois dias foram 28,8° C dia 21 e 28,0° C no dia 25 no P3 contra 26,6° C no P2 dia 25 e 27,4° C P2 dia 21. Os demais dias da pesquisa tiveram variação de amplitude térmica noturna entre 2,7° C e 2,1° C. Os demais pontos do espaço urbano mostram assim, que acumulam energia de forma muito diferenciada além de refletirem, liberam a mesma energia de ondas longas, igualmente, pois, a noite os 24 registros concebidos a temperatura máxima obtida foi de 29,9° C.

A figura 26 com suas variações serve para mostrar dentro do ambiente urbano onde há registros de temperaturas mais elevadas independentes, neste instante, de relacionar o ambiente natural e sua parte alterada que alimenta com a troca de energia solo-atmosfera mantendo fluxos mais ativos de calor. É um período como cita Nimer (1972) de época de dias mais curtos, no caso, minutos a menos na cidade em exposição à radiação.

#### 6.2.2. Variações da temperatura diurna em julho de 2020

Deste modo, após coleta de dados da pesquisa sobre a temperatura em Caxias/MA registrada em julho de 2020, nos horários de insolação, algumas temperaturas que se faziam em determinados dias e horários servem para referência estacional, por exemplo, além de descrição em nível de micromedições.

Para esboçar as anotações ficou necessário estabelecer caracterizações de todos os pontos da cidade a se conhecer as condições térmicas do local. Assim, para se obter as informações do centro da cidade, zona central, P1, constante na figura 27A. É ambiente de fluxos de veículos, pessoas, por estar entre as edificações do comércio central com certo adensamento, contendo lojas, bancos, praça, escritórios, vias com traçado direto a praças, outras traçadas em paralelo devidamente asfaltadas, com pouca verticalização dos imóveis. O ambiente em tela está a barlavento do rio a menos de um quilômetro, pode trazer resultado que represente a realidade daquele espaço e circunvizinhanças.

Para o P2, figura 27B a pesquisa ocorreu por conta de ser a região sul, onde há urbanização e áreas não urbanizadas, cujas as configurações espaciais são de uma zona em expansão contribuindo com a diversificação sobre o espaço urbano. O P4, figura 27C é o setor



mais a leste e a barlavento do centro da cidade, constitui *lócus* de áreas ocupadas com moradias e outros fins além da existência de outras áreas circunvizinhas. Há espaços menores, quadras e a infraestrutura básica de vias asfaltadas, largas, apresentando verde em suas vias públicas, em áreas de quintais e com predomínio de construções térreas.

O Alto do P3, figura 27D na zona norte também contrasta entre a área ocupada com moradias, pequenos comércios, densidade de uso do espaço menor que áreas mais próximas ao centro, apresentando terrenos ou lotes não construídos, porém, espacializa a micromedição favorecendo-se entender como o setor está refletindo sua temperatura com o processo de urbanização que ocorre em seu entorno.

Em virtude da sazonalidade que o período de julho se encontra, as temperaturas obtidas representam a dinâmica do fator radiação às 09 horas, momento em que se intensifica elevação dos valores destes à medida que o ângulo solar se acentua no sentido da posição zênite. Este período apresenta detalhe que interfere no valor matinal da temperatura invertida na madrugada melhorando a térmica (SENTELHAS; ANGELOCCI, 2012; AYOADE, 2015).

A manhã seguinte sempre possui inicialmente temperatura menor. Isto impõe ao albedo urbano local realimentação das superfícies e dos materiais constituintes junto com os resíduos gerados pelo fluxo a cada hora. Amorim (2010) lista processos ambientais no ambiente urbano que modificam o balanço de energia como

circulação de veículos e pessoas, impermeabilização do solo, pelas mudanças no relevo, por meio de aterros, canalizações de rios e córregos, concentração de edificação verticalização urbana instalação de equipamentos urbanos (parques, praças, edifícios, áreas industriais, residenciais etc) além do lançamento de gases e partículas poluentes na atmosfera (AMORIM, 2010, p. 72).

A realimentação diária em período de Inverno terá resultado no decorrer do dia influenciando o valor da temperatura máxima entre os horários em virtude da radiação que aumenta neste recorte temporal do ano. Dentro desta perspectiva cita Amorim (2010, p. 72) que cidade é “geradora de um clima próprio, resultante de todos os fatores que se processam sobre a camada limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local”.

O que é posto por Amorim (2010) precisa ser entendido e adaptado à característica de Caxias/MA, pois, muitos condicionantes citados estão presentes, porém, a realidade de campo térmico tem distinções como igualmente sobre o fluxo de veículos, estrutura de calçamento ou

de impermeabilidade das vias etc., contribuem com o que é chamado por Amorim (2010) de balanço de energia.

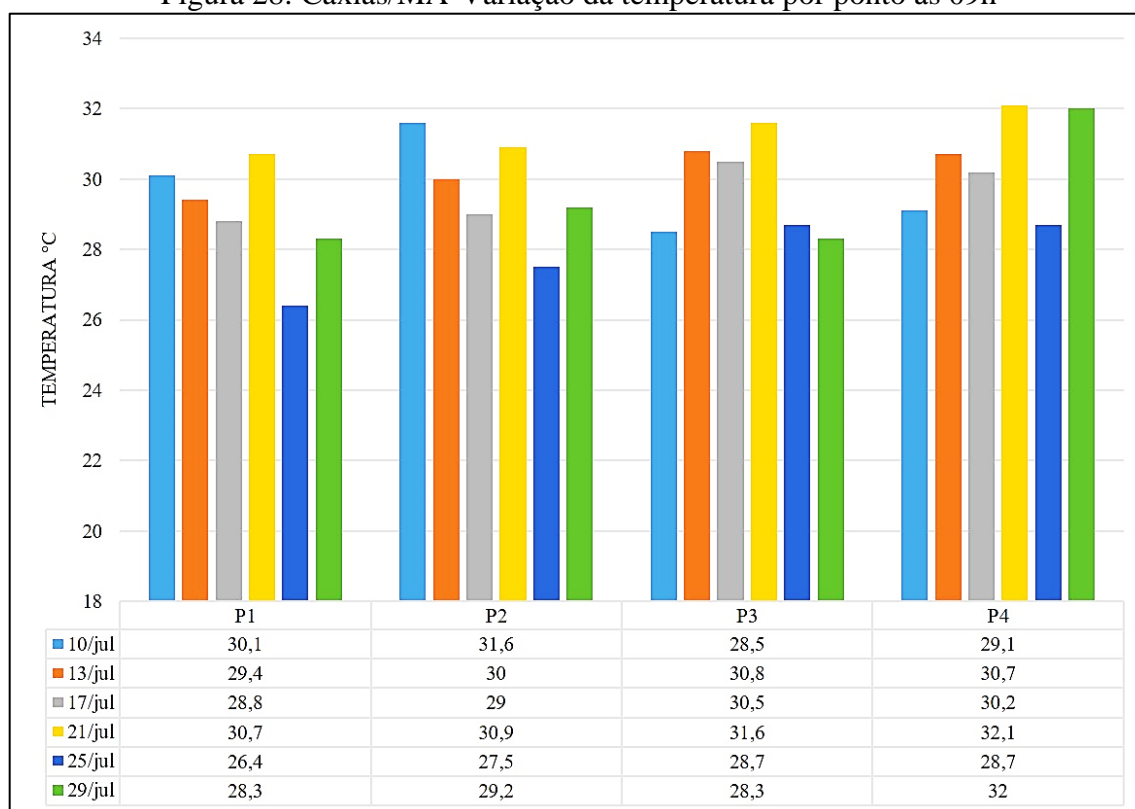
Figura 27: Visualização dos pontos da pesquisa



Fonte: Ramos (2020), A- P1; B- P2; C- P4; D- P3

Quanto a variabilidade diária na temperatura diurna, terá nos materiais fixos existentes suas fontes sendo que as construções usam a cobertura cerâmica como predomínio, outros materiais totalmente impermeáveis, zinco, predomínio de edificações térreas e algumas pouco verticalizadas em número de andares reforçando o que Tubelis e Nascimento (1992) enfatizam sobre o processo cumulativo do calor entre as superfícies e atmosfera em questão de tempo. Há relativos espaços vazios onde a densidade de ocupação destes é menos acentuada. A partir das considerações a temperatura encontrada no recorte das 09 horas está exposta na figura 28 que traz seus valores individualizados por data também.

Figura 28: Caxias/MA-Variação da temperatura por ponto às 09h



Fonte: Ramos (2020)

As mais baixas temperaturas às 09 horas, conforme a pesquisa, foram observadas no dia 25 de julho de 2020 o que se pode conferir tanto na figura 28 quanto na tabela 03 em que se confere os níveis de umidade representados por cada ponto.

O dia 25 de julho de 2020 que apresentou as temperaturas diárias que ficaram abaixo às demais elencadas contou também com a ventilação apresentando no mesmo horário em P1 = 9,1 km/h; P2 = 6,4 km/h; P3 = 8,2 km/h; P4 = 5,4 km/h. A ventilação sobre os pontos às 09 horas do dia 25 de julho de 2020 é considerada dentro de média normal para o período, pois, houve dias da pesquisa em que não se registrou efeito deste fator climático.

Tabela 3: Caxias/MA-Temperatura mínima diária por pontos às 9h em 2020

LOCAIS DIAS/PARÂMETROS	P1 9h		P2 9h		P3 9h		P4 9h		MÉDIA/DIA °C
	°C	%	°C	%	°C	%	°C	%	
10/07/2020	30,1	73	31,6	72	28,5	76	29,1	84	29,8
13/07/2020	29,4	63	30,0	65	30,8	61	30,7	62	30,2
17/07/2020	28,8	52	29,0	56	30,5	50	30,2	51	29,6
21/07/2020	30,7	52	30,9	52	28,7	48	28,7	49	31,3
25/07/2020	26,4	58	27,5	54	28,7	52	28,7	53	27,3
29/07/2020	28,3	62	29,2	56	28,3	63	32,0	58	29,4

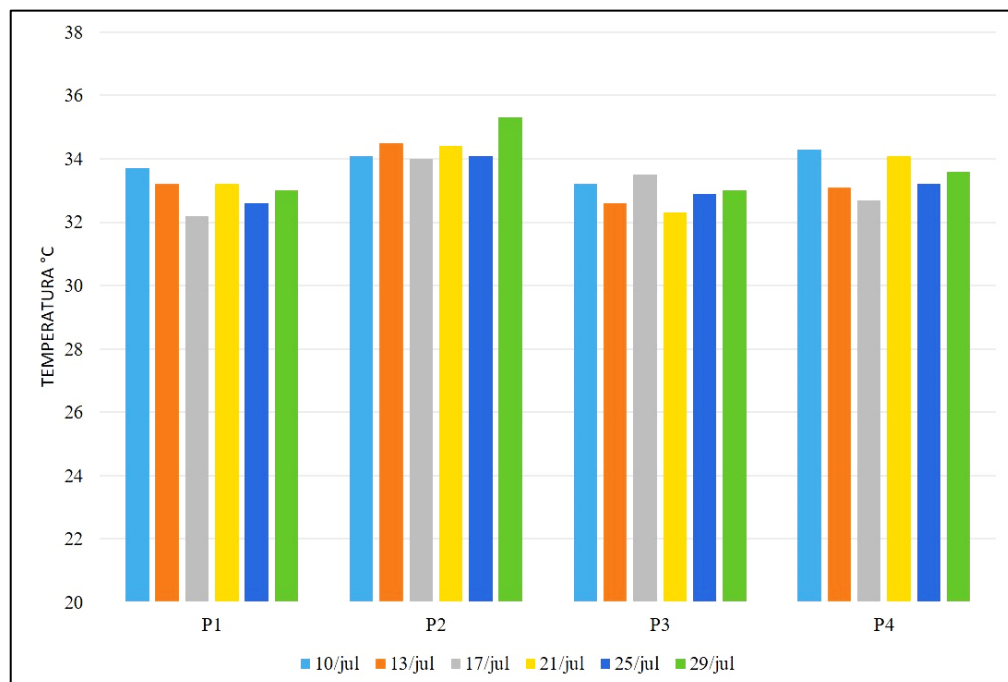
Fonte: Ramos (2020)

A variação entre 9,1km/h a 5,4km/h pode ter contribuído com os valores da temperatura já que segundo Ayoade (2015, p. 62) a “variação da temperatura na superfície é menor nos dias com vento do que nos dias calmos, sem grande ventilação. Isto acontece porque em alguns dias com ventos a troca de calor afeta uma camada mais profunda de ar do que em dias calmos”.

O vento faz a circulação mais intensa, com menos valores de temperatura. Age com a temperatura alterando o estado de moléculas que se expandem. O ar em movimento desloca o calor fazendo-o perder certo grau de caloria, ou energia latente, substituindo este ar e a concentração de calor elevando no processo de convecção que se caracteriza na região, pois, para Tubelis e Nascimento (1992, p. 87) “[...] o ar constantemente ganha ou perde calor. [...] os movimentos advectivos horizontais provocam mistura de massa de ar”.

Quanto ao período das 15 horas ao perceber a variação rápida imprimida a partir da intensidade radiativa mais direta e do acumulado matutino chegando o valor na média dos 32° C a superior é o momento diário mais crítico. A pesquisa chegou a dados que permitem demonstrar os valores diários conforme a figura 29. As variações constatadas foram 32,2° C como a menor entre os dias e locais no P1, não se repetindo, obtendo máxima para o horário das 15 horas de 34,5° C, no P2, que não apresentou repetição, verificando-se além disso que dois pontos da pesquisa não atingiram a média na casa dos 34° C tendo o P1 variações entre 32,2° C a 33,7° C; para o P3 encontrou-se a variação entre 32,3° C a 33,5° C.

Figura: 29: Caxias/MA: Variação da temperatura às 15h por locais em 2020



Fonte: Ramos (2020)

Há que se fazer destaque a respeito dos dados obtidos em julho de 2020, no parâmetro temperatura máxima do ar circunscrita para o período da tarde com registro às 15 horas. Há constatação de que as amplitudes apresentadas por data para os pontos de coleta variaram de 1,1° C a 3,2° C entre os seis dias pesquisados alternadamente.

No primeiro dia de pesquisa de campo, em 10 de julho de 2020, a variação de graus compondo a amplitude foi de 1,1° C evidenciando pequena variação térmica existente entre os locais em que foram tomados os registros. Individualizados, o P3 neste dia apresentou o quantitativo mais baixo de máxima temperatura às 15 horas, com 33,2° C tendo o P4 pontuando como espaço urbano com máxima temperatura de 34,3° C.

No dia 13 de julho de 2020, o P1 registrou temperatura das 15 horas em 33,2° C constituindo a segunda menor térmica do dia sendo superado por P3 que apresentou o quantitativo de 32,6° C seguido por 34,5° C registrado no P2, na Volta Redonda. Para o referido mês, em plena época de Inverno para o HS, em região equatorial, com céu apresentando insolação crescente pós-período chuvoso deixado para trás a partir do mês de abril, a variação térmica diária entre os pontos observados, por dia, tem a amplitude entre as temperaturas máximas das 15 horas elevada atingindo 3,2° C.

Demonstra que o aquecimento superficial foi lento chegando no período vespertino com temperaturas das 15 horas entre 32,2° C a 35,3° C. Não se questiona aqui fator que possa ter interferido para existir esta amplitude, mas, conforme Tubelis e Nascimento (1992), neste horário sente-se a concentração da energia acumulada bem antes. Em 17 de julho de 2020 não foi verificada a temperatura máxima da série, mas ocorreu o registro da mais baixa temperatura para o horário das 15 horas, atingindo apenas 32,2° C no P1. Já a amplitude térmica máxima foi de 3,1° C para a série com o P2 registrando 35,3° C no dia 29 de julho de 2020.

Tabela 4: Caxias/MA-Temperatura máxima e mínima de julho 2020 às 15 horas

<b>Temperatura</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
Máxima	33,0	35,3	33,5	33,6
Mínima	32,2	34,0	33,0	32,7

Fonte: Ramos (2020)

No mês de julho de 2020, o desempenho térmico obtido a partir das mensurações nos quatro pontos distribuídos no âmbito do espaço urbano, reflete a condição local que é registrada pelo Instituto nacional de Meteorologia -INMET através das estações localizadas na cidade, a Estação Convencional 82476 (82476, 4°87'S 43°36'O) e uma Estação Automática A237 (4°82'S 43°34'O), porém, os dados obtidos no órgão constam como a estação convencional alimentando o sistema de monitoramento.

Os registros da variabilidade da temperatura encontrados nas normais climatológicas, como a de 1981-2010 (INMET, 2020), para os períodos pesquisados há para julho de 2020 o total de dias que superam os 30° C o que pode referenciar os valores tomados às 15 horas (tabela 4) como parâmetros para entender a variabilidade térmica.

Tabela 5: Caxias/MA-Temperatura maior ou igual a 35°C (1981-2010)

Mês	Número de dias
Julho	04

Fonte: INMET (2020) Org: Ramos (2020)

Conforme o valor descrito na tabela 5 para o mês de julho, com total de 4 dias com temperatura igual ou superior a 35° C o que nos dias pesquisados a temperatura alcançada no horário das 15 horas foi de 35,3° C no P2. Entre os seis dias pesquisados para este período, apenas um dia foi superior a 35° C. Não traduz que as demais anotações tenham sido muito abaixo dessa casa. Dos 24 registros feitos às 15 horas, há 10 registros com igual ou maior a 33° C; 06 registros com temperaturas maiores que 32° C e 06 registros de 34° C a 34,5° C.

As medições realizadas no espaço urbano visaram conhecer a variabilidade da temperatura para posterior desenvolver análise empírica sobre o que os dados representam a respeito da condição térmica da cidade. As coletas das temperaturas feitas estão distribuídas de forma que as áreas do tecido urbano ficassem representado mesmo com quatro pontos, porém, visto assim como ideal, podendo oferecer informação sobre a cidade como um todo.

A tabela 6 exibe as médias de temperatura por ponto ao longo dos dias pesquisados além de representar o resultado médio diário da temperatura encontrando assim a variabilidade diária da temperatura na cidade.

Tabela 6: Caxias/MA-Temperatura média diária em °C em 2020

Período	Média P1	Média P2	Média P3	Média P4	Média Diária
10.07.2020	30,1	30,7	28,6	30,4	29,9
13.07.2020	29,4	29,2	30,2	29,0	29,4
17.07.2020	28,5	28,8	29,9	28,1	28,8
21.07.2020	29,8	29,5	30,0	29,9	29,8
25.07.2020	28,0	28,2	29,1	28,4	28,4
29.07.2020	28,9	29,5	29,8	30,1	29,5

Fonte: Ramos (2020)

A amostragem mesmo com quatro localidades possibilitou elaborar uma tábua de dados de seis dias não consecutivos. Foram utilizados para a pesquisa três horários diários sendo às

09 horas, 15 horas e 21 horas. Sendo as temperaturas reflexos de relação geossistêmica do ambiente, necessita reconhecer o quadro que cada local da pesquisa está inserido a partir dados expostos onde a média de temperatura da manhã do P4, às 09 horas, foi a mais elevada dos dias aferidos chegando a 30,5° C; P2 e P3, P2 e P3, respectivamente, apresentaram as mesmas médias às manhãs com 29,7° C e, o P1, Centro, permaneceu com a média de 28,9° C.

Esta variação chama atenção principalmente quanto ao P1 por estar na a área central com maior uso do espaço contando com a diversidade de insumos geradores de calor. Foi a que conseguiu dissipar melhor a energia durante o horário noturno acumulada com a insolação o que refletiu nos valores da manhã.

Acrescenta-se a este fato que a área apresenta cobertura verde em locais mais específicos como praças e, em fundos de imóveis. Ainda quanto variabilidade da temperatura das 09 horas tem-se o efeito produzido com a inversão térmica induzida pela atmosfera de período de Inverno, cuja temperatura noturna apresenta valores mais baixos. Em cada ponto de coleta de temperatura houve registro com mais de dois dias acima de 30°C.

Tabela 7: Caxias/MA-Demonstrativo das temperaturas às 9 horas em 2020

<b>Dias/Locais</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
10/07	30,1	31,6	28,5	29,1
13/07	29,4	30,0	30,8	30,7
17/07	28,8	29,0	30,5	30,2
21/07	30,7	30,9	31,6	32,1
25/07	26,4	27,5	28,7	28,7
29/07	28,3	29,2	28,3	32,0

Fonte: Ramos (2020)

A tabela 7 registra a variabilidade da temperatura das manhãs o que descreve mudança entre cada ponto ainda que a distância não seja muito grande, chegando: de P1 a P2, 2,4 km; do P1 a P3, 2,5 km; do P1 a P4, 2,1 km e duas localizações mais extremas sendo de P2 a P3 com 4,5 km. Sorre (2006) menciona que espaços mesmo bem próximos como os lados de uma avenida podem apresentar valores térmicos diferentes. Essas temperaturas tendem a dar inicialmente a condição de que às 15 horas as temperaturas apresentem valores mais elevados como é possível se observar na tabela 8 que agrega o parâmetro temperatura em dois horários diurnos.

Tabela 8: Caxias/MA-Temperatura diurna em julho em 2020

Locais Data/horários	P1		P2		P3		P4	
	9h	15h	9h	15h	9h	15h	9h	15h
10/07	30,1	33,7	31,6	34,1	28,5	33,2	29,1	34,3
13/07	29,4	33,2	30,0	34,5	30,8	32,6	30,7	33,1
17/07	28,8	32,2	29,0	34,0	30,5	33,5	30,2	32,7
21/07	30,7	33,2	30,9	34,4	31,6	32,3	32,1	34,1
25/07	26,4	32,6	27,5	34,1	28,7	32,9	28,7	33,2
29/07	28,3	33,0	29,2	35,3	28,3	33,0	32,0	33,6

Fonte: Ramos (2020)

A temperatura registrada não segue o aumento observado pela manhã de forma sequenciada, há registros feitos pela manhã de 26,4° C e às 15 horas registrando 32,6° C. Tanto pode estar relacionado com a natureza do local, como por contar com atmosfera apresentando período com boa insolação e variação menor de ventos. Foi possível verificar com os dados obtidos que o P2 apresentou a temperatura mais elevada para às 15 horas. A área apresenta espaços mais abertos, com maior presença de cobertura verde no entorno. É ocupada por imóveis residenciais e comerciais de característica térreos com ruas e espaços internos dos imóveis apresentando bastante árvores.

Entre os pontos de pesquisa, o P2 apresentou a maior amplitude térmica em julho de 2020, chegando à média da série de dias de 6,8° C. As máximas temperaturas estiveram com evidência sempre acima de 34° C além do registro da mais elevada para às 15 horas no mês de julho de 2020 com 35,3° C no P2. O mês de julho tende a apresentar noites com queda na temperatura, faz aparecer uma média maior de amplitude.

Considerando a temperatura máxima obtida às 15 horas por data, é possível se verificar que apenas em dois dias, essa amplitude chegou a superar os 2° C sendo nos dias 21 e 29 com 3,2° C e 2,3° C respectivamente, apontando para média magnitude. Com os demais dias a variação ficou em 1,1° C dia 10; 1,9° C dia 13; 1,8° C dia 17 e 1,5° C dia 25, fraca magnitude conforme a classificação de García (1996) apud Amorim (2010).

### 6.2.3. Comportamento da temperatura noturna em outubro de 2020

Em outubro de 2020 o comportamento da temperatura noturna é muito distinto ao verificado no mês de julho do mesmo ano. Agora em pleno período de Primavera, as médias também se acrescem em temperatura diariamente apresentando valores acima da casa dos 30° C por 16 vezes este resultado. Com esta representação o ambiente noturno urbano já evidencia que a energia absorvida pelos distintos elementos constantes, do solo às partes físicas



estruturadas pela intervenção humana produzem um estado térmico com mais concentração de energia.

A figura 30 tenta representar a variabilidade da temperatura noturna. A noite continua o processo de troca da energia do solo à atmosfera em ritmo mais lento do que ocorre durante o dia com a presença da radiação solar. Esse mecanismo de retorno térmico para área equatorial é essencial afim de que o conforto térmico local seja predominante. Observa-se que é neste período onde a insolação é intensa, a temperatura noturna inversão térmica liberando muita energia que foi acumulada sobre as superfícies e de seus elementos que retêm níveis diferenciados de energia, portanto, fontes diferenciadas de emissão de ondas longas que diminuem até o princípio da manhã.

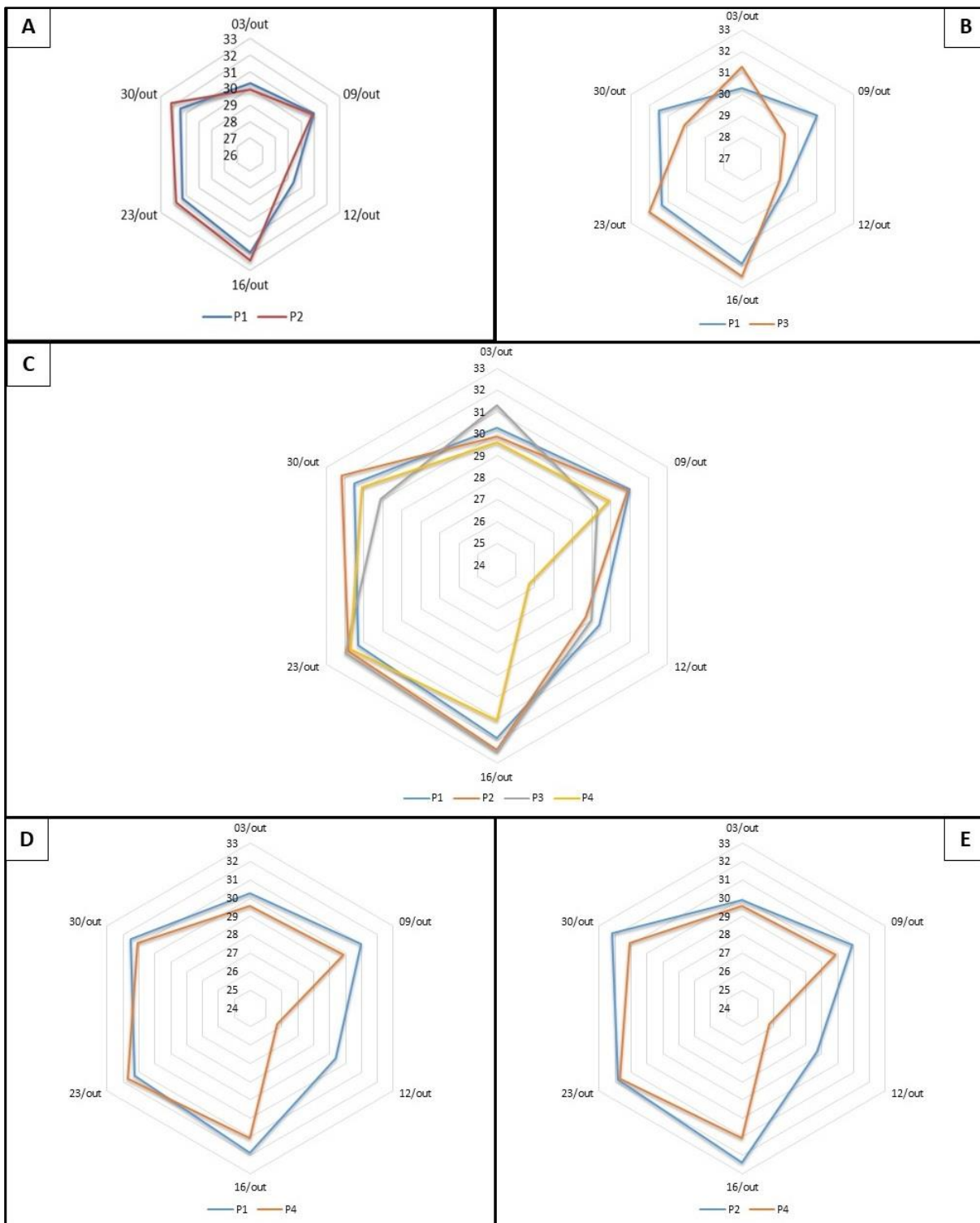
À figura 30A, os pontos P1 e P2 estão em destaque e evidenciam a temperatura noturna de outubro. Para P1 os dias 3, 9, 12 apresentaram temperatura que não teve aumentos significativos. Já os dias 16, 23 e 30 mostram a temperatura noturna com aumentos significativos. Os dois pontos têm simetria no sequenciamento dos aumentos. Para figura 30B compara-se os pontos P1 e P3. Os dois locais apresentam temperaturas noturnas que variam bastante. Apenas três dias têm simetrias, 12, 16 e 23 com máximas obtidas nos dias 16 e 23.

A figura 30C compõe-se dos quatros pontos cujas temperaturas noturnas estão mais simétricas com exceção do P4 que teve o dia 12 com temperatura mínima mais baixa do que os demais dias. A figura 30D é composta por P1 e P4. P1 apresenta mais calor tendo temperaturas mais elevadas em cinco dos seis dias. P4 em comparação a P1 teve temperaturas noturnas menores em outubro de 2020.

Já para a figura 30E traz as diferenças entre os dois pontos P2 e P4. Os setores também se destacaram com P2 sendo mais quente às noites durante os dias 16, 23 e 30. O P4 em todos os dias ficou com temperaturas noturnas menores. O quadro esboçado pela figura 30 de modo geral serve para se perceber que P3 e P4 tiveram noites com menores temperaturas entre todos os pontos observados.

Quanto aos demais pontos houve relativa variabilidade com pequenas diferenças de temperatura em alguns dias não se configurando muitas diferenças entre ambos. O gráfico de radar consegue ficar mais aberto nos dias após a primeira quinzena de outubro. Isto mostra que houve também de modo geral, aumento em graus de temperatura na cidade durante a noite.

Figura 30: Caxias/MA-Temperatura Noturna (21h) de outubro de 2020 por pontos e datas.



Fonte: Ramos (2020)

Nos seis dias pesquisados em outubro de 2020, dois apresentaram amplitude de 2° C a mais. No dia 12 de outubro de 2020 a amplitude térmica noturna foi de 3,7° C e 2,1° C constatada no dia 30 de outubro do mesmo ano. A amplitude térmica em latitudes baixas e de

condições de relevo como Caxias/MA nem sempre recebe atenção dispensada à temperatura diariamente como elemento central.

Porém, há em período de horas, mudanças muito sensíveis no decorrer de um determinado dia. Às 09 horas há temperatura X e às 15 horas X'' o que oscila muito rápido esta máxima diante de um valor registrado pela manhã como se nota na tabela 9.

Tabela 9: Caxias/MA-Temperatura máxima dia em outubro de 2020

Local	P1			P2			P3			P4		
Data/hora	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
16/10	32,6	37,2	31,9	31,5	39,6	32,4	34,6	37,1	32,5	34,2	37,5	31,1

Fonte: Ramos (2020)

A variabilidade horária chega ser bastante intensa neste período devido as condições de interação atmosfera-Terra e vice-versa o que faz aparecer dados estatísticos com amplitudes bem elevadas. Esta característica mostra o quanto intensifica processo de evapotranspiração decorrente das médias de insolação serem bem mais elevadas diariamente. Solo e plantas tendem a liberar muito mais umidade na medida em que esta permanece contida nas plantas, na superfície do solo, ambos sofrem com o efeito.

Nas plantas há um estresse térmico entre a perda de vapor e calor e sua recomposição. No solo há a diminuição da umidade da camada superficial deixando-o propício à geração de maior quantidade de energia liberada à atmosfera por unidade de tempo. A tabela 9 refere-se ao dia em que houve a maior temperatura diária em outubro de 2020 conforme a pesquisa.

É possível verificar que a umidade do ar conferida em outubro de 2020 tem valores médios tanto às 09 horas como às 21 horas. O período exige mais e provoca liberação de excesso de calor onde a umidade no solo é menor, conforme as condições de estrutura deste. Observa-se nos dois extremos diários que a umidade conferida para o mês de julho de 2020 ainda concentrava valores variando de 72% a 84% para o período das 9 horas e, de 75% a 96% às 21 horas, como máximas entre os dias pesquisados por pontos no quadro 8.

Quadro 8: Caxias/MA-Umididade relativa do ar máxima em julho e outubro de 2020

Período	Julho (%)		Outubro (%)	
Horário	9h	21h	9h	21h
P1	73	75	56	65
P2	72	84	65	83
P3	76	80	58	60
P4	84	96	61	98

Fonte: Ramos (2020)

A atmosfera de julho com estes valores tende a ser de umidade relativa do ar elevada cuja média pela Normal Climatológica 1981-2010 (INMET, 220) é de 64,3%. O ambiente urbano no mês de julho permanece apresentando boa umidade retida em solo, nos objetos e materiais que absorvem certa quantidade durante o período chuvoso. Em outubro, conforme quadro 8 a máxima umidade do ar paras às 09 horas chegou a 65% e, 98% às 21 horas. O mês apresenta variação de 65% a 56% para o período da manhã, às 9 horas, e, 98% a 60% de máxima umidade relativa paras às 21 horas. Pelo quadro 8 as superfícies dispõem de certa umidade relativa já que apenas a cobertura verde das árvores não é suficiente para manter as taxas de umidade relativa do ar elevada.

A constituição do ambiente urbano com materiais cerâmicos e diversos outros faz ocorrerem algumas situações específicas: 1 – Material de origem industrial tende a não reter líquido ou quantidade elevada de água da chuva; 2 – Tende a ser mais sintético e significativo diante do espaço produzido, com formas variadas; 3 – Não consegue reter umidade como solo nu, não terá como liberar energia contida de forma mais longa e gradativa. É fonte de intenso aquecimento da atmosfera baixa; 4 – As compactações e demais estruturas constituintes do urbano alterado são fontes de maior reflexão e até mesmo absorção.

Considerando que a construção e, ou, evolução do espaço aumenta sempre a quantidade de elementos “secos” produtores de calor, a pouca presença de árvores verdes tende a manter o ar com menos umidade. As árvores como organismos vivos têm em sua composição grande quantidade de líquido o que reage de modo diferente na resposta dada à atmosfera local.

#### 6.2.4. Variações da temperatura diurna em outubro de 2020

Araújo (2014) ao discutir ilha de calor sobre a cidade de Teresina-PI aborda sob a questão enfatizando o período na ótica sazonal de outubro. O mês em termos de temperatura para a capital piauiense cuja coordenada geográfica é 5°06'10”S e 42°46'50”O (ARAÚJO, 2014) está muito próxima à de Caxias/MA, é marcante intensificando os valores da temperatura urbana principalmente quando o gradiente urbano registra baixa ação de insumos atmosféricos como se observa “a ausência de ventos no centro e extremo norte da cidade de Teresina somada a menor umidade e relativa do ar foram responsáveis pelas maiores temperaturas do ar nesses pontos (ARAÚJO, 2014, p. 157)”.

Outubro compõe a quadra de meses em que a temperatura se eleva juntamente com setembro, novembro e dezembro. O céu com pouca nebulosidade, maior intensidade de

insolação e, com diminuição da umidade nas superfícies contribui para que as médias térmicas sejam elevadas.

Outubro é o mês que apresenta a mais elevada temperatura em Caxias/MA (INMET, 2020). A Normal Climatológica de 1981-2010 (INMET, 2020) registra para o mês de outubro o número de dias com temperatura maior ou igual a 30° C chegando a 31 dias, sendo que outras características tocantes a temperatura, manifestam-se neste mês como a maior entre 1981-2010 em 42,1° C no ano de 2005 e a média de temperatura máxima conforme a mesma normal climatológica situada a 36,9° C. Neste caso, os registros incluem anormalidades que o período tenha apresentado.

As variações registradas em outubro de 2020 durante as manhãs e tardes exibem diferenças onde raros foram os dias em que a amplitude entre os horários ficou entre 1,5° C como o caso do P3, conforme quadro 9. Há acréscimo térmico considerável em todos os pontos da pesquisa. É um período anual em que a atmosfera baixa recebe intensa recarga de energia reemitida tanto do solo coberto, solo nu, quanto das demais superfícies geradoras de calor.

Quadro 9: Caxias/MA-Temperatura diurna em outubro de 2020

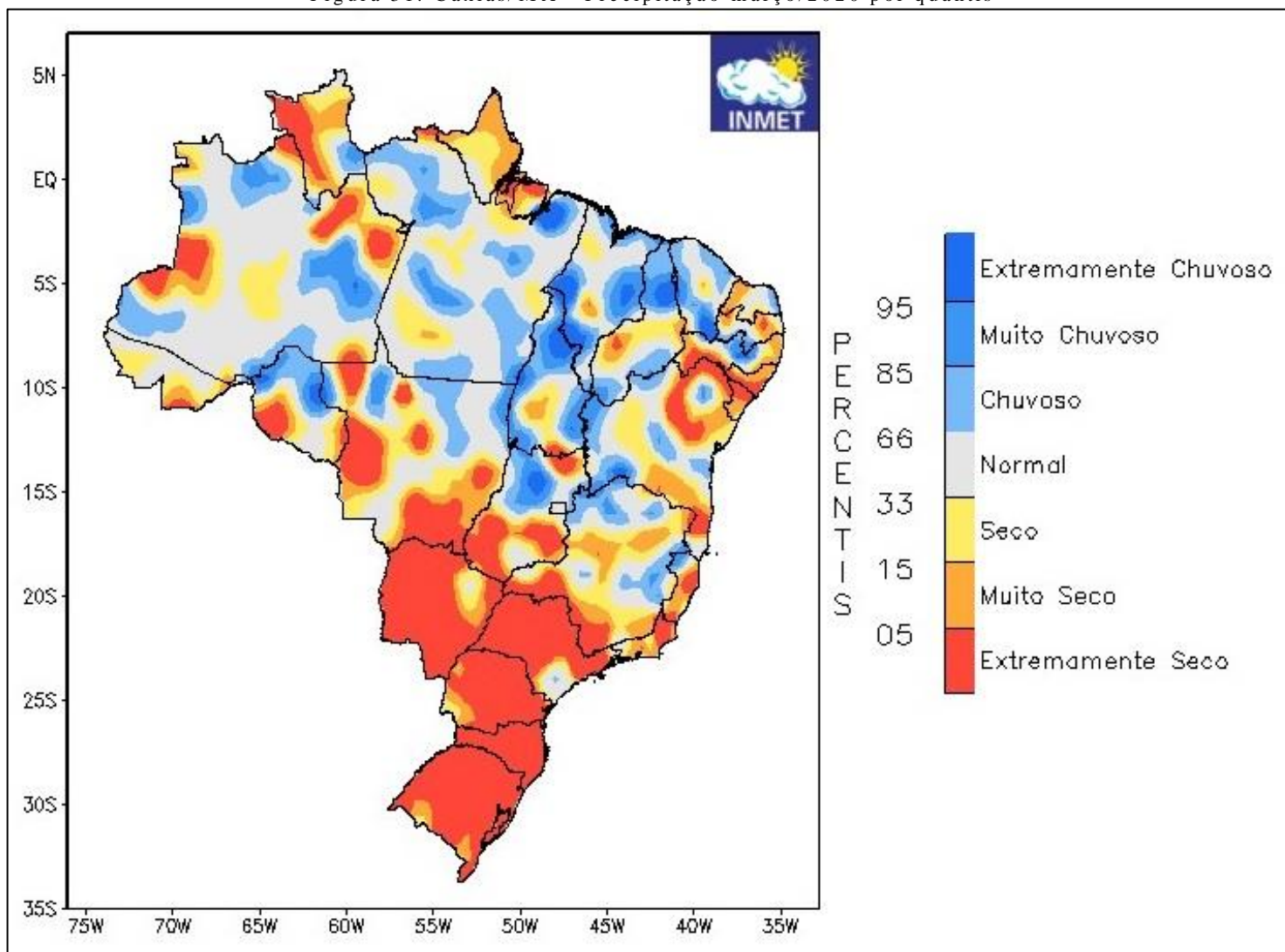
Logradouro	P1		P2		P3		P4	
Fenômeno	Temperatura °C		Temperatura °C		Temperatura °C		Temperatura °C	
Data	9h	15h	9h	15h	9h	15h	9h	15h
03.10.2020	32,6	37,6	30,5	35,5	35,0	36,5	31,3	36,9
09.10.2020	31,9	35,7	30,7	35,3	31,3	38,5	31,2	36,2
12.10.2020	33,6	35,3	31,2	34,3	31,0	35,6	35,0	37,0
16.10.2020	32,6	37,2	31,5	39,6	34,6	37,1	34,2	37,5
23.10.2020	32,5	36,6	33,7	37,0	31,5	36,0	33,0	36,0
30.10.2020	33,3	37,9	31,3	36,8	31,0	36,9	35,4	37,7

Fonte: Ramos (2020)

Ponto a ponto, dados coletados vão mostrando como a temperatura em outubro de 2020 foi registrada em cada horário. Deve-se lembrar que o período chuvoso foi regular, de neutralidade de episódios de El Niño e La Niña. Manteve boa precipitação no mês chuvoso como é possível verificar no prognóstico climático de outono<sup>8</sup>, figura 31, que variou de chuvoso a extremamente chuvoso. As temperaturas máximas geraram menos desconforto térmico depois, no período de julho a outubro de 2020.

<sup>8</sup> Disponível em <https://portal.inmet.gov.br/notasTecnicas#>, acesso em: 22 jan. 21

Figura 31: Caxias/MA - Precipitação março/2020 por quantis

Fonte: <https://clima.inmet.gov.br/prec>

À temperatura diurna de outubro de 2020 acrescenta-se em importância dentro da climatologia para a temperatura na medida em que, dos horários estabelecidos para a pesquisa, às 15 horas, assume preocupação aos caxienses por ser momento que traz interferência direta no bem-estar térmico noturno. Entre os pontos de observação, aquele que apresentou média diária de temperatura mais baixa para as 15 horas foi o P2 com 36,4° C. P1 e P3 tiveram média de 36,7° C ambos e, P4 registrou a maior média com 36,8° C. Essas temperaturas médias são bem mais elevadas dentro da previsão ao período, pois, outubro é o mês com pico de máxima temperatura em Caxias/MA.

A amplitude térmica verificada nos dias pesquisados oferece mais detalhe sobre o estado da atmosfera local, da térmica que o mês apresenta demonstrando a elevação da temperatura máxima como se confere no quadro 10. Um fato importante para a questão amplitude é que o ano de 2020 não houve anomalia favorecendo a precipitação no curto período de chuvas (figura 31).

Acarretou uma resposta da superfície do solo à atmosfera de certo modo diferente em relação a períodos em que ocorrem anomalia negativa de precipitação cujo índice de déficit hídrico ocasiona um solo com menos umidade nos meses de estiagem como exemplifica o diagnóstico do Inmet (2021a) elaborado para um estado nordestino “a previsão também indica chuva próximo a média ou ligeiramente abaixo sobre a parte centro-oeste da Bahia, assim como temperaturas mais elevadas (INMET, 2021a, s/p)”. O quadro 10 traz este detalhe.

Quadro 10: Caxias/MA: Amplitude térmica em outubro de 2020

Logradouro	P1	P2	P3	P4
Fenômeno Data	Temperatura °C	Temperatura °C	Temperatura °C	Temperatura °C
03.10.2020	7,3	5,6	5,2	7,3
09.10.2020	4,7	4,6	9,2	6,3
12.10.2020	5,9	5,6	6,6	11,3
16.10.2020	5,3	8,1	4,6	6,4
23.10.2020	5,3	5,2	4,5	4,3
30.10.2020	6,4	5,5	6,8	6,6

Fonte: Ramos (2020)

Para o mês, as amplitudes não deveriam ser grandes já que a inversão térmica noturna não ocorre como no período do Inverno, isto manteria médias das temperaturas mais elevadas, porém, as máximas temperaturas às 15 horas são mais elevadas gerando diferença maior com

às das 21. Ao mesmo tempo que mostra a dinâmica por local em que há certo nível de relação entre a energia recebida e a energia reemitida por cada espaço da cidade.

#### 6.2.5. A variabilidade da temperatura caxiense é um indicativo para ilha de calor?

Primeiramente é preciso observar a literatura sobre espaço urbano e seus efeitos. A cidade apresenta-se como o palco mais despertado, buscado e vivido por pessoas que passaram a compor maioria historicamente a partir do início do século XXI (BRENNER, 2018). Diz ele “em 2007 (ou seria 2003?), os estatísticos da Organização das Nações Unidas (ONU) determinaram que mais de 50% da população mundial, naquele momento, já estavam vivendo em áreas urbanas (BRENNER, 2018 p. 311)”. Nela, os processos em plena ação foram sendo criados com modelos de aperfeiçoamento, de adaptação coletiva e individual (CORRÊA, 2018) para o que se convém falar em bilhões de pessoas numa soma generalizante Barry e Chorley (2013).

Para Monteiro (1990b) é um processo derivador ambiental e da geração de um clima urbano, por funções que possui. Passa pelo enunciado básico de urbanização “processo de implantação humana concentrada sobre um dado lugar (MONTEIRO, 1990b, p.75)”, pela função que desempenha e de sua relação com o ambiente natural. Amplia a narrativa de construção antrópica seguida e cumulativamente pelo trabalho humano (MONTEIRO, 1990b). Dessa forma o sítio urbano exige análise mais complexa incluindo compreensão climática.

É comum se observar a cidade pelo que há de história, pelo que representou, com ar de bonança ou com sua mescla de fatos ruins que estão paralelos nesses momentos espacialmente diversificados. Se hoje temos mais tranquilidade e conforto neste espaço que não para de crescer, de se inovar, de estabelecer sucessivas mudanças rápidas, ultrarrápidas, é porque ele consegue agregar valor de uso (MORAES; COSTA, 1993).

São espaços que se transportam entre as conexões do passado, são lugares das mais diversas relações entre a vida do cidadão e sua interação com as condições produtivas instaladas que vão dando novos sentidos recheados de traços históricos, uma espécie de geografia cultural (CLAVAL, 2010).

Claval (2010, p. 95) diz “as informações que compõem as culturas transitam sem cessar de indivíduo para indivíduo. Elas passam de uma geração a outras, de modo que a sociedade permanece ainda que seus velhos desapareçam e sejam substituídos pelos jovens”. Carlos (2017, p.39) “a vida se reorganiza, as relações sociais se restabelecem submetidas, cada vez



mais, à normatização e à organização segundo uma ordem burocratizada e preenchida por repressões e coações imperceptíveis”.

É o espaço que se forma com a segregação, poucas pessoas com acesso pleno a bens. Rodrigues (2018) exemplifica a questão quando diz “a segregação resultante dos muros tem que ser entendida com os processos econômicos, sociais, culturais e políticos (RODRIGUES, 2018, p. 148)”.

A transformação da técnica tem sido muito veloz. Atualmente a cidade é transformação rápida em todos os segmentos que as pessoas estão atuando, de seus modos de vida (ROSA, 2019). Este espaço não pode ser isso na essência, há aqueles que já vivem da história, São Luís (MA), Salvador (BA), o Morro do Alecrim (Caxias/MA) etc. Atualmente é movido para ser passageiro. Isto é aceleração que para Rosa (2019)

não há quem venha a questionar as evidências empíricas, bem documentadas e diretamente experienciáveis no mundo cotidiano, da tremenda aceleração dos processos de transporte, de comunicação e de produção na história da humanidade [...] Devido à aceleração técnica, no “estar no mundo” das pessoas, ou seja, seu estar no tempo e espaço e suas relações umas com as outras, fato que, por sua vez, revolucionou as formas de interpretação do eu e do mundo [...] (ROSA, 2019, p. 189).

Neste contexto temos que a sociedade encontrou um grande lar ainda que não esteja à vontade no exercício de tudo que deseja. Esse lar é outro que não é próprio, não é acessível para todos, é segregado no sentido dado por Sposito (2018, p. 63) “refere à relação entre uma parte e o conjunto da cidade”. Dentre todas as faces e formas que a cidade se apresenta com suas funções e ações, há em si uma parcela que é comum. Chama-se de seu espaço aéreo, o ‘oceano aéreo’ de Wallace (1903) apud Flannery (2017).

Mesmo com tantas transformações emplacadas no espaço da cidade ela é penetrável, resiliente e cheia de imprevistos ainda que os meios de estudos estejam avançados, entretanto, pouco se sabe especificamente sobre a dinâmica acima da sua superfície complexa como vimos até aqui como ambiente aberto.

É com atmosfera que o ambiente urbano de cidades jovens, velhas e inovadoras ou atrasadas se mantém em grande elo de interesse na atual realidade mesmo que sejam como diz Monteiro (1990b, p.79) cidades em geomorfologias diferentes apresentando diversidades de todas as ordens.

A condição atual diante dos progressos alcançados e desejados por todos ainda que em cidade média como Caxias/MA cujo conjunto de atividades marcantes não é a industrialização

já se fala na segregação do ar urbano quando se lhe aplica a condição de existência de altas temperaturas em setores que usualmente usa o termo de “ilha de calor” por tudo que se projeta nela. Esta taxonomia serve para identificar onde parte da cidade está conduzindo seu ambiente aéreo para nova realidade de bolsões de ar quente (AMORIM, 2010).

As ilhas de calor se concentram em torno de máximas temperaturas constantes, de energias acumuladas no solo, em materiais e das atividades pelas quais as cidades desenvolvem-se com o modelo industrial ou não e, através de consumo aplicado. O ritmo e aceleração das relações econômicas ditam o quanto a poluição é aumentada à atmosfera baixa justamente onde ocorre a maior concentração de gases ou, pressão atmosférica local e seu efeito. Com espaços que concentram essa energia é porque a fonte de calor tem vazão maior do que a capacidade de deslocamento do ar

As ilhas de calor ou segregações atmosférico-espaciais mostram-se de forma descomum o modo como as pessoas estão desenvolvendo suas atividades, interagindo com o ambiente afetando a camada aérea local (BRANDÃO, 2009). Detectar quais são seus alimentadores que estão dando toda esta contribuição para permanência de formação dessas ilhas é tarefa de estudos que não deve estar apenas na identificação dos fatos que se concentram para tal situação.

As ilhas de calor podem trazer mais imposições às sociedades quando assim estão ocorrendo em determinado lugar. García (1996) apud Amorim (2010) classifica as diferentes térmicas em ilhas de calor de fraca magnitude quando entre os pontos mais quentes e mais frios variam de 0° C a 2° C; em média magnitude quando variam de 2° C a 4° C e de muito forte quando superiores a 6° C. Mas, as ilhas de calor são imposições somente de ações antropogênicas? No tocante a ambientes urbanos, sim agregando as condições do entorno. Primeiro é preciso se saber a composição da atmosfera onde se registra o fenômeno.

Na atmosfera repousa não apenas os gases natos em suas quantidades que lhe são partes dominantes. Há suprimento com os gases gerados pelas atividades antropogênicas conforme Flannery (2007). A umidade deste ar pode ser elevada, portanto, soma-se ao peso da coluna atmosfera-Terra; com energia antrópica em ação há substituição do gás, mas, na falta de circulação do ar há dificuldades de ser substituído.

Úmido e seco são os contrários na dinâmica atmosférica. Qualquer ejeção solar fará distribuição sistêmica dessa energia entre a atmosfera-solo e ao ambiente aéreo como retorno. Mantém-se por tempo do dia e até da noite. Com boa umidade é sinônimo de evaporação e transpiração na região, com a ação de um ‘operador’ (MONTEIRO, 2009) com potencialidade para tornar os constituintes do espaço como influenciadores do aumento de calor ao espaço que

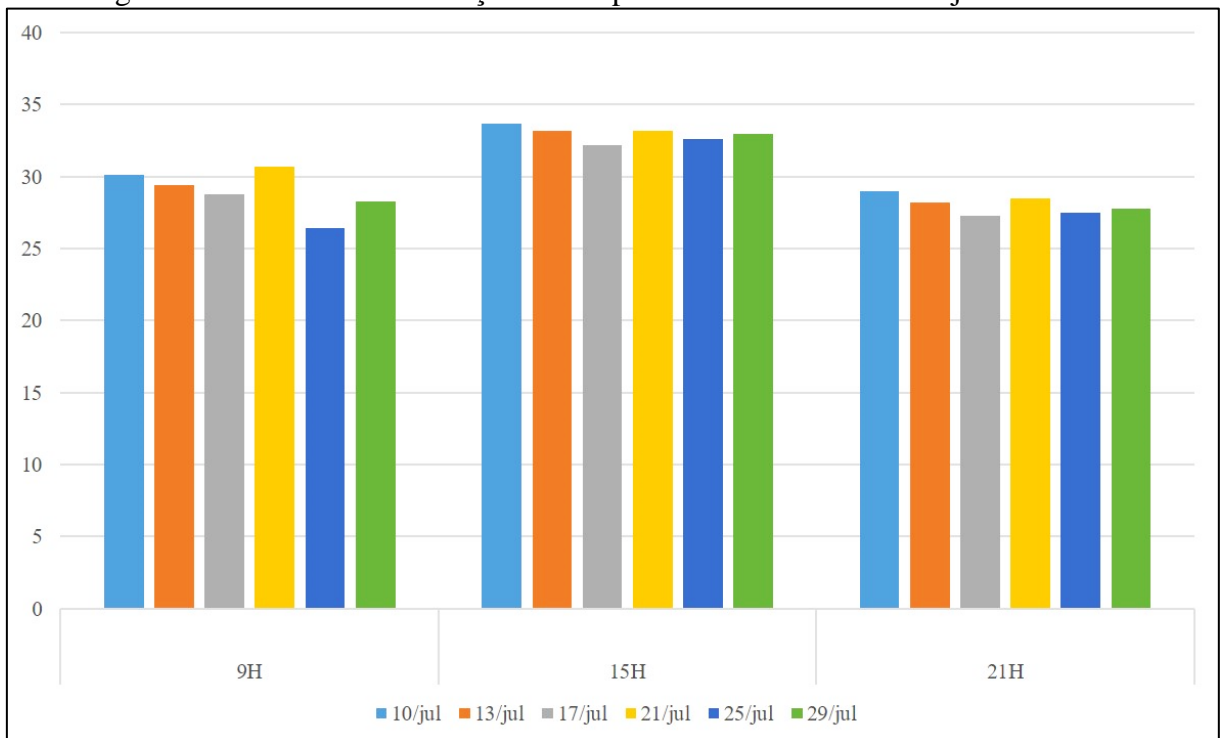
segundo Sentelhas e Angelocci (2012) este calor na forma de temperatura mínima ocorre na madrugada, alguns instantes antes do nascer do Sol.

Vapor e partículas em suspensão funcionam como núcleos de concentração de energia em forma de calor. Somando ao fato de que a energia finalizada na superfície terrestre e remetida com calor e vapor existentes ao ambiente aéreo, concentrado origina a ilha de calor, causado pelos gases entre eles o vapor de água que segundo Ayoade (2015) chega a possuir 2% da massa da atmosfera, portanto, não necessariamente apenas com resíduos provenientes da atividade antropogênica.

Ventos são essenciais neste contexto. Espaços que não mantêm circulação constante da atmosfera contribuem para manter a cota de aquecimento, alimentando a formação e manutenção de áreas de calor, ou a segregação espacial que visto em âmbito local é um estado de desconforto térmico como efeitos diretos (MONTEIRO, 2009).

Para a questão da temperatura caxiense, pode-se observar na figura 32 que no P1 a variabilidade da temperatura não se distingue muito entre as 9 horas e às 21 horas. Outro fato destacável é a amplitude que o gráfico representa entre o horário de máxima às 15 horas e os demais horários. Igualmente detalhe pode-se tecer sobre as temperaturas registradas às 9 horas e às 21 horas que apresentam ligeira variação entre os horários.

Figura 32 – Caxias/MA-Variação da temperatura horária do P1 em julho de 2020

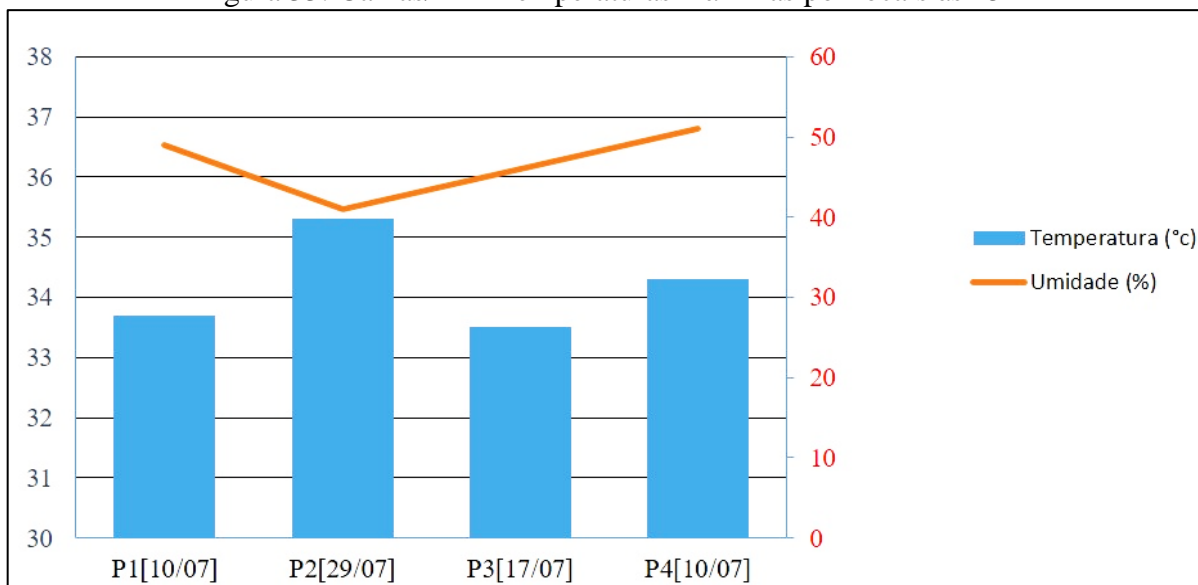


Fonte: Ramos (2020)

A verificação das temperaturas máximas no mês de julho de 2020 como se tem na figura 33, atingiu 35,3°C no P2 superando em produção de calor o P1. Para o período pesquisado foi a única temperatura nessa magnitude enquanto os demais pontos de medição variaram entre 33,5°C a 34,3°C. Percebe que os dois pontos de medição com maior condição de manter máximas temperaturas são o P2 e P4. No gráfico observa-se onde a umidade relativa do ar foi mais baixa traduzindo condição de que todos os campos geradores de calor se intensificaram no processo de troca, portanto, mais seco resultando numa temperatura mais elevada.

A figura 33 que trata da temperatura máxima conferida por locais às 15h quando comparada entre os quatro pontos e, sobre a umidade relativa, tem-se que este fator foi mais baixo no P2 ficando superior a 40%. Foi o único local que esteve abaixo de 45%. Os demais pontos com umidades relativas melhores, com P4 tendo a mais alta e P1 a segunda melhor taxa/dia para o horário das 15 horas de julho de 2020. O ponto que teve a temperatura mais elevada foi onde a umidade relativa atingiu seu menor valor no dia 29 de julho de 2020. No mesmo gráfico todos os pontos estão com os dias quentes superiores a 33°C para o mês de julho conforme as amostras da pesquisa dos seis dias.

Figura 33: Caxias/MA-Temperaturas máximas por locais às 15h



Fonte: Ramos (2020)

A percepção apreendida do ambiente urbano caxiense é como o exposto por Monteiro (1990a) “transformação da energia num jogo integrado entre o ar atmosférico e o ambiente urbano edificado pelo homem. [...] é avaliar as alterações ou derivações de propriedades que o ar sofre no interior deste organismo urbano (MONTEIRO, 1990a, p. 60)”. é capacidade de leitura prática da composição do ambiente. Este espaço é das mobilidades múltiplas adversas.

A adaptação de vias públicas, como no caso de Caxias/MA, onde se percebe nos traçados das mais antigas (centro e entorno) eixos centrais têm disposição que finalizam nas praças como a de Gonçalves Dias e da Matriz. Outras, traçadas laterais a esses referenciais onde concentra o comércio. Neste sentido Miranda (2010) sobre unidades semiológicas cita tipos como, vias, bairros, cruzamentos e elementos referenciais.

Vias públicas recebem códigos sua identificação, às vezes, representando topônimos de alguém que foi conhecido ou, pessoa de família assim identificada na cidade. Por elas a estrutura urbana vai sendo organizada para ceder às funções que são específicas no solo urbano. Recebem alterações conforme ocorrem as transformações de tempos como se observa diante da arquitetura antiga tombada; das vias alteradas dos paralelepípedos às camadas asfálticas sem observância à história e o espaço aéreo.

Figura 34: Vias próximas à Praça Gonçalves Dias (P1)



Fonte: Ramos (2020)

A Figura 34 é composta por um mosaico fotos de vias do centro de Caxias/MA em que a forma e disposição podem ser analisadas em primeiro momento. As figuras: 34.1-Vereador Fause Simão; 34.2-Cunjunção Rua Cristino Cruz (esquerda) com Rua Dr. Berredo; 34.3-Rua Afonso Pena; 34.4-Praça Gonçalves Dias; 34.5-Rua Senador Costa Rodrigues; 34.6-Trav. Antonio Joaquim; 34.7-Rua Dr. Berredo; 34.8-Trav. José Guimarães e 34.9-Rua Riachuelo, espaços que remontam período colonial em que se mantém simetria quando se observa o nível destes espaços e dos imóveis muito próximos às ruas com calçadas estreitas. Praticamente em todas as vias se repetem essas configurações.

É possível se abstrair além da disposição dos imóveis na lateral das vias onde não há presença do “elemento verde”. Há vias que não se encontra nenhuma cobertura verde, senão, nas praças. Esses logradouros são os espaços que mantém certa quantidade de verde. Para o olhar de Monteiro (1990a) este aspecto somado às intervenções permanentes constituídas pelo conjunto de edificações e outros elementos artificiais se constituem no essencial da observação que o geógrafo deve subtrair do ambiente urbano.

Sendo que a disposição das vias além do simbolismo como menciona Miranda (2010) é um elemento potencial para dar ao ambiente atmosférico mais próximo da superfície, concentração de energia de ondas longas com toda diversidade de elementos que absorvem e liberam calor. Não havendo de alguma forma a disposição de árvores para inibir este nível de aquecimento dependerá da ascensão convectiva que estiver ocorrendo. Recordar-se a localização da cidade em um meio tropical equatorial com o que lhe garante um elevado aporte de energia solar diariamente variando para menos quando há elevada nebulosidade.

Para representar configurações de vias “secas”, as ruas ou eixos centrais, com a densidade maior de construções tendem sempre incrementar o aumento da quantidade energia acumulada e reemitida pelos materiais constituintes dos imóveis contribuindo com um quadro termossensível que dependerá mais da dinâmica de ventos, de sua ação convectiva e advectiva que impõem a modulação das condições de temperatura urbana para um estado de conforto térmico, desejável, ou, do contrário com elevado desconforto que aparece no ambiente quando não é varrido por processo de deslocamento do ar.

O cenário atual é constituição de campo térmico que intensificará seu interior quando o processo de verticalização se acentuar gerando corredores horizontais e verticais de armazenamento de energia. Outro destaque dado às vias além de contarem com edificações muito próximas, está ligado ao revestimento destas vias compactadas e recobertas com calçamento escuro, negro, pinche, que absorve o máximo de energia incidente sobre si (AYOADE, 2015), reagindo de forma direta na constituição de níveis de calor específicos em

determinado período do dia. Este aquecimento é objeto de potencial capacidade de dotar a baixa atmosfera de calor, saturando o ar nesta condição principalmente nos meses em que a pesquisa foi realizada.

Tanto julho como outubro de cada ano são os meses que a radiação se mostra intensa pois, já não se tem a circulação de massas de ar úmidas como ocorre até o início do mês de maio, dando ao céu um novo aspecto menos recoberto de nuvens, aumentando a quantidade de horas de exposição solar. Para a área de estudo o que se tem com o levantamento produzido nos dois momentos da pesquisa, são resultados que ficaram acima da média da cidade, período noturno, comparado com a Normal Climatológica 1981-2010 (INMET, 2020).

Estando mais elevado não é necessariamente indicativo de que aja em determinada época ilha de calor, mas, a existência de diversos locais como indicativos de que os arquipélagos de calor são as evidências. A metodologia aqui empregada para utilizar a ‘expressão arquipélago de calor’ é tomada apenas com o ambiente intraurbano, sem analogia com áreas não urbanas, mas, entre os locais pesquisados.

## 7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A árvore é uma ponte, uma ligação entre a Terra e o céu, entre a matéria e a luz, entre a escuridão e o Sol. (Serres, A Felicidade está ao seu lado, 2017)

Inicia-se a partir da leitura da figura 35 com a geometria urbana evidenciando as localizações dos pontos da observação da pesquisa, trazendo gráficos que destacam temperaturas conferidas em dois momentos, diurno e noturno onde é possível verificar as variações.

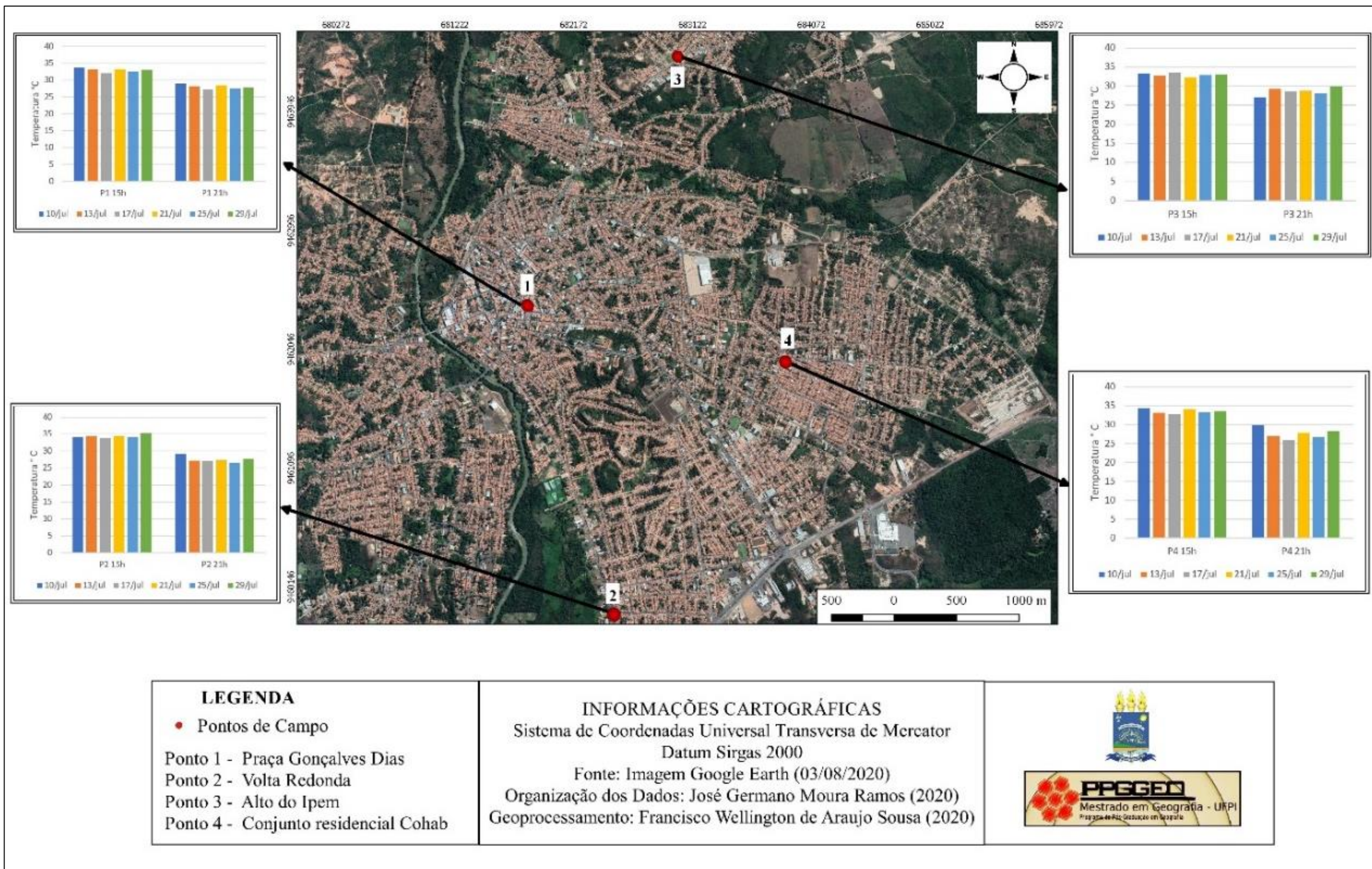
A análise dos dados obtidos nos dois períodos da pesquisa apresenta as condições específicas nos valores da temperatura por distintas partes da cidade em cada momento, sempre observando o fator que opera dentro da região. Neste caso, no primeiro momento de campo em julho de 2020, os dados postos em planilha, de início, demonstram os perfis que se pode descrever nos três períodos diários.

A partir de 30,0°C sem chegar a 31°C contabilizou-se 08 registros representando 33,33%. De modo geral, há 50% dos registros com 30°C a mais. Conforme a figura 35 as temperaturas máximas para as 15 horas não ultrapassaram os 35°C. É importante verificar que para os quatro pontos dentro do mesmo horário das 15 horas, em julho o P2 é o que manteve as temperaturas mais elevadas. P4 segue como o segundo espaço da cidade em que sua média das 15 horas, manteve-se mais próxima aos 35°C. P1 e P3 têm cada um, temperaturas máximas com ligeiras quedas em relação aos demais.

A noite, às 21 horas, para o mesmo mês de julho de 2020, nenhum registro atingiu os 30°C. A temperatura mais elevada chegou a 29,9° C no P3. Encontrou-se no P4 noite com variação das temperaturas que foram de 26,0°C até 29,8°C. P1 teve mínima noturna de 27,3°C e máxima de 29,0°C. para este ponto, a temperaturas das 09 horas foram menores do que à noturna por duas vezes. P3 e P4 registraram temperaturas mínimas pela manhã uma vez cada um.



Figura 35: Caxias/MA: Gráficos das temperaturas das 15h e 21h de julho de 2020



Fonte: Google Earth (2020); Org.: Ramos (2020); Geoprocessamento: Sousa (2020)

É possível compreender que o efeito da inversão térmica noturna atua neste período de julho, nas manhãs. As tardes são quentes, porém, sem gerar muito desconforto térmico. As temperaturas vão seguindo o período matutino, mas, este acumulado, na tarde, ficou apenas com 35,3° C como máxima. O efeito sazonal se mostra influenciado também pela umidade do período chuvoso que findou em abril.

Para a temperatura média noturna encontrou-se P2 com a mais baixa média seguido de P4, P1 e P3 com as maiores médias. Neste horário, às 21 horas, os locais que mantiveram mais concentração de calor foram P3 e P1 (figura 35). A resposta do centro (P1) pode estar ligada à menor capacidade de liberar calor ou, por ter concentrado mais energia em comparação aos demais em virtude da densidade de sua estrutura instalada.

O quadro 11 exibe as temperaturas médias noturnas por pontos que conseguiram realizar inversão térmica com maior facilidade, portanto, o centro (P1) e região norte da cidade (P3) têm as noites com as médias de temperaturas mais elevadas para o horário das 21 horas seguidos de P2 e P4 como as menos elevadas respectivamente.

Quadro 11: Temperaturas médias noturnas por ponto de julho de 2020

<b>Horário</b> \ <b>Locais</b>	<b>P2</b>	<b>P4</b>	<b>P1</b>	<b>P3</b>
Noturno	27,5°C	27,6°C	28,0°C	28,6°C

Fonte: Ramos (2020)

Em julho de 2020 também se registrou período de menor ventilação sendo sempre às 21 horas para todos os pontos onde o P1-2,8 Km/h; P3 – 3,9 Km/h e P2 e P4 não apresentaram nenhuma velocidade de vento.

Constatou-se que para o mês de julho de 2020 o centro da cidade (P1) não foi, em temperatura média, o mais aquecido quando somadas as médias diurnas. As temperaturas médias diárias crescentes por pontos foram: P1, P3, P4 e P2, conforme descrito no quadro 12 para o período diurno.

Quadro 12: Temperaturas médias diurnas por ponto em julho de 2020

<b>Horário</b> \ <b>Locais</b>	<b>P1</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P2</b>
Diurno	30,9°C	31,3°C	31,9°C	32,0°C

Fonte: Ramos (2020)

Em outubro de 2020 o cenário composto de dados obtidos na segunda etapa da pesquisa reflete a condição local onde a cidade está localizada numa dimensão espacial equatorial cujos referidos dados também mostram as relativas características impostas agora de maneira mais intensa já que a Primavera traz consigo menos nebulosidade resultando em elevadas temperaturas diurnas e em baixas umidades relativas do ar para níveis mais críticos. A interação superfície-atmosfera responde com menos vapor à camada de ar. Solo e superfícies sólidas atuam liberando mais energia para o aquecimento do ar sobre a cidade com intensa convecção.

No tocante às médias noturnas de outubro (quadro 13) a inversão térmica para o horário das 21 horas apresentou como resposta maior capacidade de reduzir o calor acumulado durante o dia foi o P4 que teve temperatura média mais baixa atingindo 29,8° C. A segunda média mais baixa ficou no P3 com 30,7° C. P1 e P2 ambos apresentaram 30,9° C.

Quadro 13: Temperaturas médias noturnas por ponto de outubro de 2020

<b>Locais</b> <b>Horário</b>	<b>P4</b>	<b>P3</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>
Noturno	29,8°C	30,7°C	30,9°C	30,9°C

Fonte: Ramos (2020)

As manhãs já são de temperaturas elevadas. Às 09 horas, os registros estão na casa dos 30° C à acima. Cada ponto de observação da pesquisa expressa valores diferenciados mostrando que a concentração de calor não tem tendência a simetria. Nessa segunda etapa a região central (P1) continua não sendo área da cidade com a temperatura mais elevada quanto média. É o segundo local mais quente atrás apenas do P4 considerando-se as médias de temperaturas diurnas. Pode-se visualizar no quadro 14 os resultados que refletem as médias térmicas diurnas para outubro de 2020.

Quadro 14: Temperaturas médias diurnas por ponto em outubro de 2020

<b>Locais</b> <b>Horário</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P1</b>	<b>P4</b>
Diurno	33,9°C	34,5°C	34,7°C	35,1°C

Fonte: Ramos (2020)

Com a ação dos sistemas tropical e equatorial atlânticos atuando sobre a região do qual está Caxias/MA, (NIMER,1964; SERRA,1956) onde há circulação de massas de ar secas aumentando as médias da temperatura a ampliar também o desconforto térmico sensível às pessoas pois, para todos os locais pesquisados a temperatura média das 15 horas não apresentou

variabilidade significativa entre ambos. A média mais elevada neste horário foi verificada no P4 com 36,8° C, seguida por P1 e P3 a 36,7° C e P2 com 36,4° C.

O Ponto P4 não elimina parte do calor já que a radiação de onda longa noturna persiste sua liberação de forma lenta. Soma-se a isto o fato de que durante a noite a ventilação é baixa com registro do ponto P4 expressando muito pouco deslocamento do ar. Entre os pontos, o P1 foi o local que registrou mais ventilação com 04 dias tendo registros com média de 2,6 km/h.

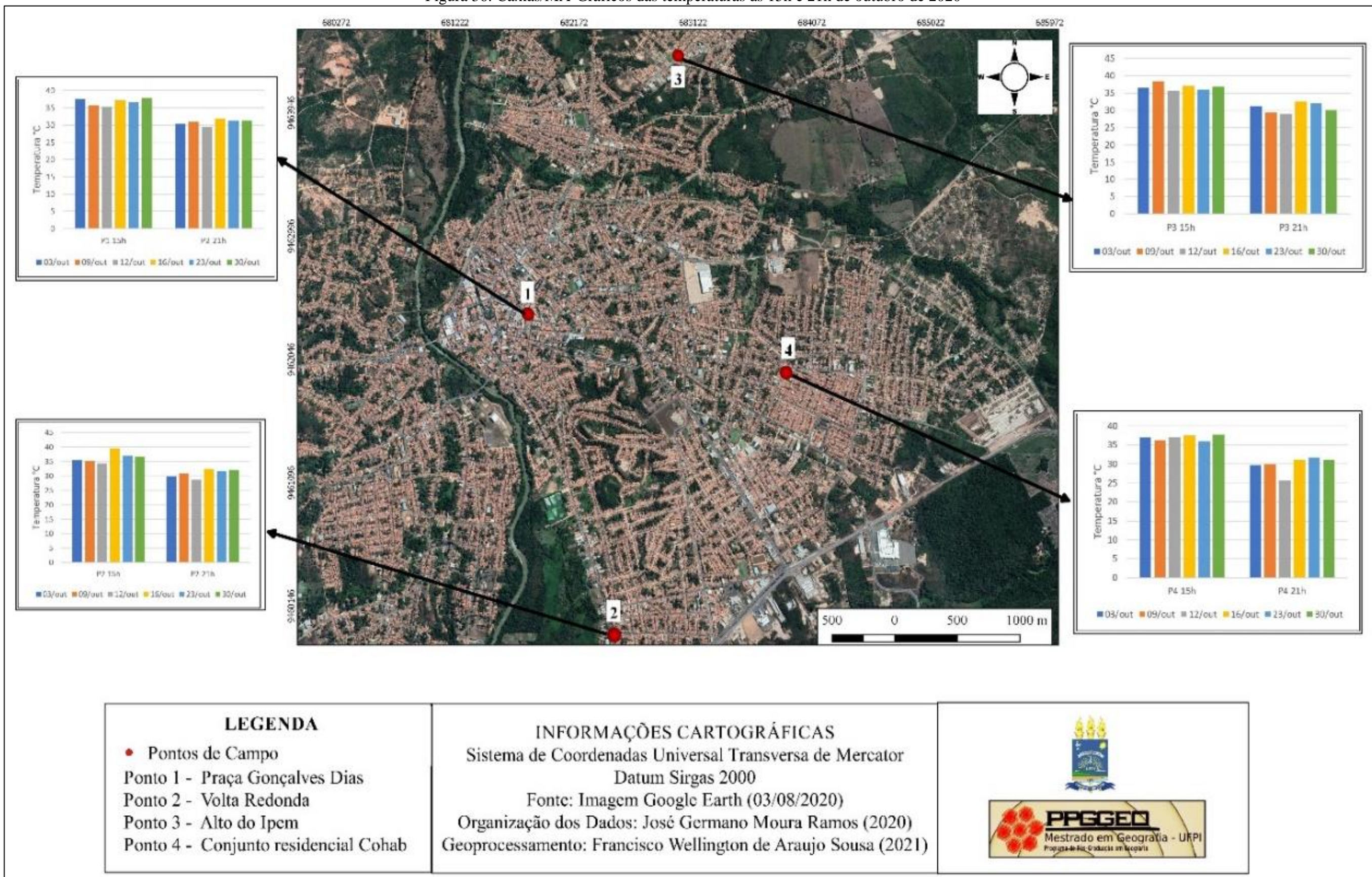
O P1 por ser a região central onde conta com espaço mais adensado, com maior fluxo de pessoas durante as manhãs e tardes, materiais e de emissores de gases para intensificar calor, configurou juntamente com P3 como os locais que também estão concentrando calor na mesma média às 15 horas.

A partir dos dados das temperaturas das 09 horas, em outubro de 2020 se evidenciou que para todos os pontos pesquisados a temperatura noturna não se dissipou à atmosfera de maneira que atingisse níveis bem baixos isto contribuiu para que às 09 horas a temperatura já estivesse acima dos 30° C na cidade, indicando para mês de outubro concentração de calor noturno.

Compreende-se também que os elementos de acumuladores e geradores de calor não somente retém quantidades elevadas de energia como as libera de forma mais lenta. Ao se ver as médias das temperaturas máximas dos pontos, as diferenciações não são tão grandes o que em geral pode-se dizer que em outubro, o aquecimento ocorre na mesma tendência, devido a dimensão do albedo e à média máxima da temperatura das 15 horas ter alcançado 36,8° C (P4); 36,7° C (P1 e P3) e 36,4° C (P2). É tempo que mantém características mais quentes por todo o espaço urbano sendo possível conferir pela figura 36 os gráficos que representam a realidade em outubro de 2020.

Com o período mais aquecido de outubro, de modo geral, apresentou-se mais seco, Caxias/MA tem processo de aquecimento elevado e distribuído por todos os pontos pesquisados que reforça a discussão sobre o planejamento espacial da cidade. Foi o que se observou também na figura 36 em que o processo de expansão urbana deve ser visto como prioridade na análise e tomada de decisão para não contribuir ainda mais com agravamento do campo térmico do ambiente urbano que continua seu processo de expansão.

Figura 36: Caxias/MA-Gráficos das temperaturas às 15h e 21h de outubro de 2020



Fonte: Google Earth (2020). Org.: Ramos (2020). Geoprocessamento: Sousa (2021)

Como visto, o período mais aquecido nos meses entre agosto a dezembro, com máxima de temperatura em outubro, é de se levar em conta que a cobertura vegetal a barlavento do perímetro urbano seja mista de Cerrado e Caatinga, portanto, forte transição que se soma ao babaçu. Esta temperatura carrega consigo naturalmente baixo ar aquecido fruto da interação superfície-atmosfera ao interior do espaço urbano, com calor produzido pelos constituintes deste ambiente.

Quadro 15: Caxias/MA-Médias máxima e mínima de temperaturas em julho e outubro de 2020 entre normais climatológicas (1981-2010) e a pesquisa.

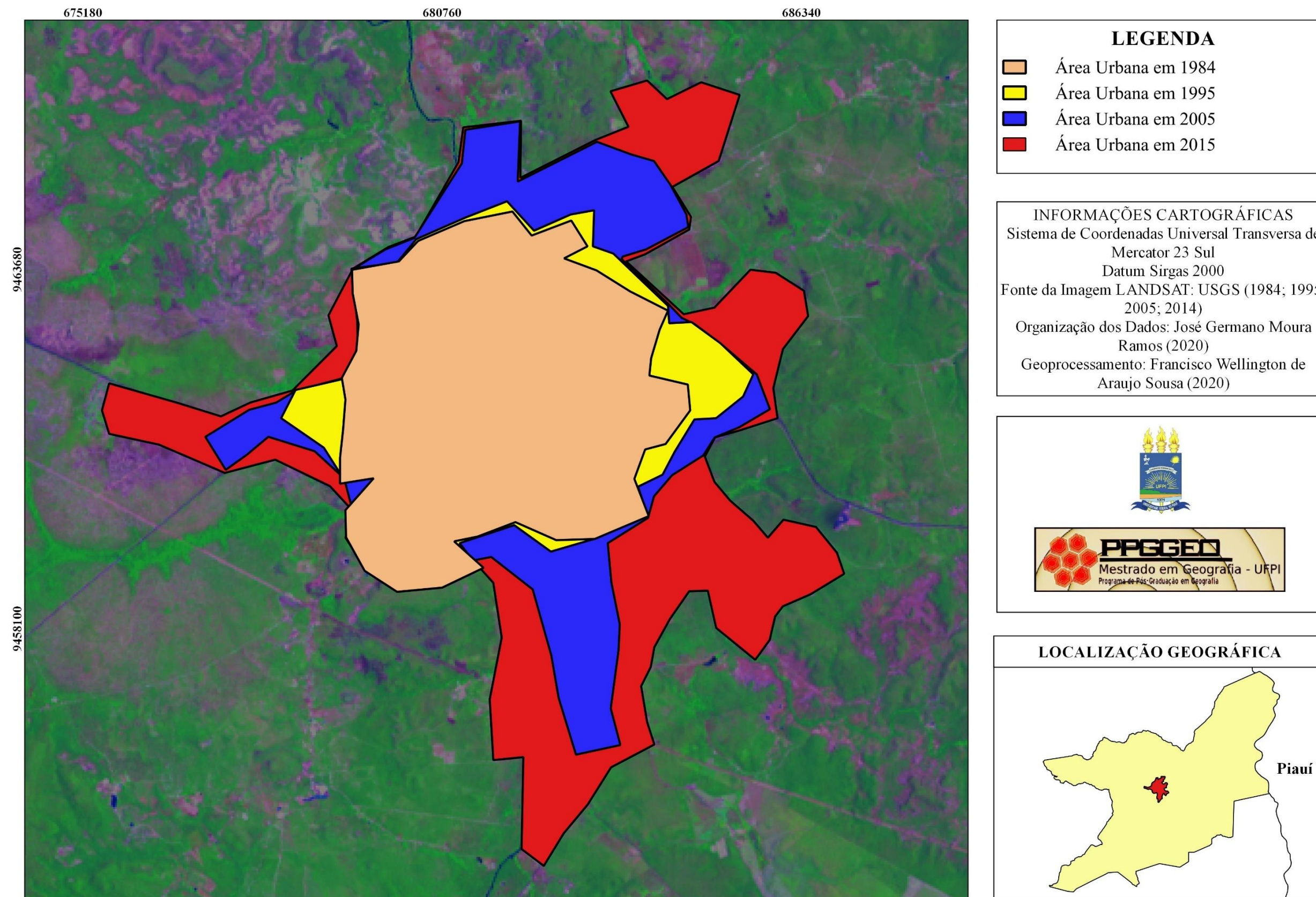
<b>Normal Climatológica 1981-2010</b>		
Médias	Julho	Outubro
Max (°C)	33,1	36,9
Min (°C)	21,0	23,6
<b>Pesquisa julho e outubro de 2020</b>		
Médias	Julho	Outubro
Max (°C)	33,4	36,6
Min (°C)	27,7	30,5

Fonte: Ramos (2020)

O quadro 15 sintetiza as condições para se fazer análises sobre as médias máximas e mínimas que estão agrupadas pelo Inmet (2020) através da normal climatológica 1981-2010 e, a partir da pesquisa levantada nos meses de julho e outubro de 2020. Traz as temperaturas máximas que se referem aos dados da tarde às 15 horas e as temperaturas mínimas normalmente são relativas ao período noturno, porém, houve ocorrência de temperaturas mínimas durante as manhãs. No quadro 15 é possível perceber que a amostragem da pesquisa indica concentração de calor a noite até o amanhecer pelo que foi aferido com temperaturas mais elevadas nas manhãs superiores às registradas no horário noturno nas duas etapas.

A expansão urbana horizontal intensa de uso do solo com marcas do século XX remonta a partir dos anos 1960 onde surgiram bairros como Castelo Branco e Nova Caxias e, século XXI como Eugênio Coutinho, do Programa Minha Casa, Minha Vida (BARROS NETO, 2020), além de outros novos bairros substituindo a cobertura verde em virtude das múltiplas utilizações, a exemplo da habitação além de gerar demandas excedentes, amplia o impacto ambiental sobre diversos cursos de água superficiais; gera aumento de emissões de componentes gasosos que inflacionam os elementos atmosféricos sobre o dossel urbano visível na figura 37, aumenta áreas com cobertura de revestimentos resultando em maiores emissões de calor.

Figura 37: Expansão urbana de Caxias/MA



Deve ser estimulado o pensamento de mudança de atitude sobre a ampliação desses espaços a fim de contribuir com a dinâmica para diminuição da temperatura, aumentar quantidade de poluentes da atmosfera e não gerar mais contraste com a estrutura fixa, “morta”, representada por todas as alterações implantadas no uso do solo como revestimento de vias públicas.

Há necessidade de preservar áreas verdes que se encontram em quintais, bem como, nas áreas de preservação permanente de riachos que estão no âmbito urbano como fundamental para a temperatura futura da cidade não se exceder intensamente. Como se observa na figura 37 a expansão segue direções distintas em cada momento retratado pois, além de novos espaços, existe a alteração da cobertura do solo em maior extensão. A umidade do ar destas áreas soma-se para amenidades térmicas locais ao considerar estes ambientes com menor intensidade na liberação de energia de ondas longas.

A sucessão das estações do ano gera efeitos na região do município, portanto, com consequências provocadas pelo processo de evolução realizado pelo planeta principalmente à região equatorial nordestina com participação indireta onde as condições de pressão, temperatura, circulação do ar e abrangência de sistemas atmosféricos interferem na composição rítmica e sazonal de fenômenos regionais e locais sobre precipitação como descrito por Nimer (1972, p. 5-6) “as correntes perturbadas de S; as correntes perturbadas de N; as correntes perturbadas de E; as correntes perturbadas de W”. Ainda Nimer (1972, p. 23) “a marcha estacional da precipitação não compreende apenas um único regime como acontece nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil”.

Não se pode atribuir alterações na sucessão de tempos atmosféricos através das estações como ocorre em latitudes maiores para além da zona equatorial em que cada estação mantém suas características de comportamento atmosférico. Mas, no embalo da substituição temporal das mesmas, as massas de ar passam atuar mediante suas composições de identidade e, de desconfigurações que sofrem no seu transcurso, firmando situação marcante seja de prover umidade relativa, precipitação, ou, em diminuir ambas persistindo tempo seco sem precipitação, naturalmente de maior temperatura.

Entende-se que quanto aos objetivos o primeiro mensurar a micro temperatura nos espaços caxienses e mecanismos de influência na alteração da mesma, tem seu alcance no ensaio desenvolvido sobre os sistemas atmosféricos que atuam na cidade e à região com interação local que pode favorecer precipitações ou não. Segundo que, a tomada de dados em áreas da cidade permitiu compor a realidade microtérmica em dois dados momentos como está exposto textualmente e em gráficos.



Para segundo objetivo, verificar se a expansão da área urbana está formando ilhas de calor, as tábuas de dados e suas respostas em números e gráficos representam ao mesmo tempo os espaços da cidade, encontraram como resultado ou valores que não se distanciam muito entre os pontos. Há naturalmente especificações para cada ponto de estudo na cidade demonstrando um valor da temperatura que havia em determinado momentum.

Porém, como se pode constatar nos quadros 12 e 14, o tecido urbano caxiense mesmo recebendo forte carga de energia solar durante o ano, não se pode dizer que em cada período da pesquisa, de estações diferentes, ocorra ilha de calor, contudo, as temperaturas são elevadas de julho ao final do ano passando por outubro como o momentum mais quente constante da temperatura máxima. É razoável afirmar pelos resultados que Caxias/MA tende a possuir de ilha de calor no futuro quando se intensificar o uso de solos e sua expansão.

Atualmente apresenta áreas de calor elevado com mais característica para o chamado arquipélagos de calor, devido as variabilidades internas no espaço urbano podem gerar outros microclimas. Tanto a temperatura diurna como a noturna tem concentrações que indicam para essa condição principalmente em outubro onde os dados revelam o estado térmico urbano caxiense conforme quadro 15 com suas médias inclusive noturnas. A metodologia para utilizar a expressão “arquipélagos e calor” é tomada somente com entre o ambiente urbano.

No terceiro objetivo específico, relacionar o grau de transformação do meio e a dinâmica da temperatura atmosférica local, a área de estudo segue ritmo que varia o seu grau de alteração. O mapa da figura 37 mostra os sentidos que a área urbana se expande e amplia seu raio. Com esta expansão do tecido urbano, há ganhos de aquecimento com a estrutura de áreas maiores para ampliar o dossel de calor.

Ao quarto objetivo específico, desenvolver análise sobre a formação e reprodução do espaço urbano caxiense como transformação do ambiente, a pesquisa ofertou a inclusão de saberes históricos, proporcionou novos diante da literatura que dispersou para além da ciência geográfica e da história sobre a cidade. Teve aquisição de conhecimentos na agronomia, na estatística com informações a partir de fontes como arquivos nacionais a exemplo do “Enciclopédia dos Municípios Brasileiros (1959)”.

Entre outras mais recentes que recontam as informações sobre a cidade, neste íterim, apareceu Barros Neto (2020) com “Por ruas e becos de Caxias: história e descrição dos logradouros públicos de sua área urbana”. Saberes para se compreender essa cidade, pois, não se chegaria à análise da temperatura urbana de Caxias/MA sem passar pela travessia histórica deste espaço que foi motor ao que há hoje se tem como objeto de estudo capaz de conter temperaturas distintas no imediato instante.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Bem, quanto menor o teor de oxigênio no ar, mais se vive. Pelo menos, é o que os médicos dizem. Por isso, todos nós passamos a baixar a quantidade de oxigênio em nossos quartos.  
(Carl Sagan, Contato, 2008)

A compreensão sobre como é a temperatura urbana de Caxias/MA em duas etapas no ano de 2020 serviu como experiência, revelação e inquietações ao futuro a fim de que em outro trabalho amplie estas informações, estes dados que foram pautados. Foi importante não apenas para o interesse individual do pesquisador, mas, ao conhecimento deste componente atmosférico que dita fluxos de calor de uma área urbana situada muito próxima de uma grande área úmida amazônica, do NEB com o Semiárido e do Cerrado evidenciando como zona de contato, portanto, não sendo único meio ecológico.

Estas características evidenciam que há diferenciações equivalentes na atmosfera que perturba a ação dos mecanismos distintos como igualmente o transcorrer do ano não é simples para a área em foco. Este mecanismo atmosférico em distância tanto das grandes massas líquidas como de fontes de origens das massas de ar, tende a gerar situações relativas ao que a dinâmica atmosférica desenvolve.

As estações do ano trazem alterações que são percebidas por todos quando observam no meio natural os fenômenos que ocorrem pela sazonalidade. Em Caxias/MA há realidades diversas como fruto do tempo e da interação da superfície terrestre com a camada de ar que circula e altera a composição térmica. A ação de massas de ar atlânticas equatorial, tropical e subtropical como visto em Serra (1954; 1956; 1962) contribui para se conhecer a variabilidade rítmica que ajuda a formar o aspecto climático local interferindo na cota de médias da temperatura, de umidade relativa do ar, de precipitação tão importantes para se compreender a realidade urbana caxiense.

Encontrou-se no suporte teórico de Monteiro (1990a; 1990b; 1991; 2009; 2015) subsídio que floresce a comunicação sobre a leitura de elementos da camada gasosa como a temperatura em microescala do ambiente urbano com a assunção de valores em julho e outubro de 2020. Períodos que revelam condições climáticas descritas no Sistema Clima Urbano desenvolvido por Monteiro a partir de 1976 (MENDONÇA, 2015 apud MONTEIRO, 2015) mesmo sobre uma cidade média, soma recursos que contribuem para formar um tipo de clima urbano diante

de todas as suas funções, estruturas e disposições postas como verdadeiros agentes produtores de tempo atmosférico específico do ambiente intraurbano.

Com a metodologia de obtenção de informações de dados meteorológicos e, ou, climáticos procurou-se atingir os objetivos de estudar a realidade da temperatura que se projeta através da emissão dos componentes instalados, do uso do solo, solo nu, compactado, revestido com baixa capacidade de absorção de umidade etc, através das iniciativas seguidas por orientações de procedimentos científicos da geografia climática, além de outras ciências.

Faz-se necessário pensar o espaço urbano caxiense além âmbito econômico, social, cultural, mas, com atenção com o ar que está em contato com a superfície urbana voltando-se para planejamento de meios afim de não afetar intensamente este geossistema.

O modo como se constrói e transforma espaços carece da análise sobre impactos que terão no mecanismo de conforto térmico que se torna o termômetro, seja para pessoas, ou, ao dossel de calor que será formado com os efeitos provocados pelos constituintes empregados. Monteiro (2009) afirma que o progresso deve ser barrado, mas, é primordial conter danos que se originam de todas as atividades humanas. A partir dessas compreensões relativas aos dados encaminha-se ideias para somar-se ao processo de desenvolvimento local como:

Enquanto a cidade cresce mais na vertente horizontal efetivando alteração de escala deve-se definir políticas de regulamentação para incentivar uso do espaço vertical sob penas de haver aumentos de aquecimento do ambiente principalmente nas áreas centrais;

Definir padrões de verticalização dos imóveis para todos os bairros e zonas urbanas sob condição de não interferirem negativamente na dinâmica de circulação do ar em níveis próximos da superfície do solo;

Definir política que valorize a manutenção de áreas verdes amplas entre os espaços a serem construídos como conjuntos residenciais e uso do solo afins;

Planejar novas vias urbanas mais largas com plantio de árvores nas mesmas;

Levar em conta a dinâmica de circulação do ar na criação da geometria das vias e quadras;

Limitar, via análise técnica, o número máximo de andares a imóveis principalmente nos espaços mais adensados para não interferir no aumento de temperaturas;

Discutir e adotar nova política de expansão de novos espaços. Isto contribui para tornar mais lenta a ampliação de áreas produtoras de excedente de calor;

Preservar as áreas úmidas e verdes que se encontram dentro do limite urbano caxiense;

Como espaço urbano que se encontra em área de intensa de radiação solar e forte insolação, que se analise os tipos mais eficazes de calçamento das vias e áreas públicas para

não se intensificar o efeito estufa urbano. O asfalto continua como recurso ideal diante de avanços técnicos alcançados?

Os resultados seguem o que há na literatura sobre o calor nos espaços urbanos que se ampliam mediante a composição feita por elementos constituintes que liberam mais energia em tempo menor na medida em que são elementos que acumulam bastante e, desenvolvem a liberação à atmosfera igualmente rápida na forma de ondas longas.

As preocupações mantidas no texto sobre a geomorfologia e sua aplicabilidade dentro da questão urbana é considerável já que os espaços urbanos além de estruturas que vão sendo transformados, reconfiguram paisagens com os esforços empreendidos como Santos (2012; 2014) faz ao citar que cada espaço, cada aspecto do ambiente urbano embora seja pensado, é integrante de um sistema que não se pode analisar isoladamente.

Monteiro (1990b) já menciona que a cidade é processo derivador de ambiental e de geração de um clima urbano. Isto reflete que o espaço como essência de vidas que são partes indissociáveis, assume condição de que a influência de fatores da atmosfera seja mínima quanto condição de temperatura diferenciada resultante do incremento feito pelas atividades humanas diante de sua adaptação do meio natural.

Um ambiente que está localizado onde a capacidade de incidência de radiação é elevada, qualquer interferência de adição em material neste corpo social é suficiente para exercer acúmulos e condições de desconforto térmico cada vez maior. Neste sentido, práticas sempre repetidas que reforçam a leitura de Monteiro (1990b) está também na preservação de vias públicas e de todos os espaços urbanos.

A cada momento que se recompõe a condição de mobilidade destas vias, aumenta a camada de revestimento asfáltica que amplia sua espessura dificultando ao solo captação de mais energia, sua retenção por algum tempo para a posterior liberação gradativa a fim de não elevar rapidamente a temperatura da camada atmosférica mais próxima do solo.

O revestimento das vias se constitui num verdadeiro campo de acúmulo e emissão rápidos de energia em ondas longas à atmosfera já que é material de corpo escuro conforme cita Ayode (2015) que é capaz de absorver o máximo de energia incidida sobre ele. Quanto mais espesso, mais condição de acumular energia em grande quantidade e manter trocas mais intensas produzindo temperaturas que serão elevadas e se tornando negativamente para a questão ambiental e humana.

A expansão urbana além de questão social, que impõe às pessoas readaptações, de características culturais novas, faz crescer desafios a todos os atores sociais no sentido de não elevar as médias térmicas atuais para níveis futuros que tornem o espaço urbano caxiense em

desconfortos térmicos muito acentuados. Este crescimento exige novas medidas para o uso do solo de maneira que os impactos gerados, inevitavelmente com a interferência humana, não façam aparecer fortes ilhas de calor.

Caxias/MA sempre sofre efeitos adversos da circulação de massas de ar anualmente e, principalmente em virtude de ocorrência de anomalias negativas de episódios de El Niño, como o último durante a fase final em 2016 que fez o espaço urbano caxiense elevar o desconforto térmico evidenciando a alteração da condição da temperatura fisiológica que pode interferir no desenvolvimento econômico conforme Ayoade (2015) gerando necessidade de adaptações difíceis e altamente caras.

O Canal Conforto Térmico (MONTEIRO, 2009) sintetiza diversos aspectos que estão interagindo como relação sistêmica. Traduz o ambiente urbano com dinâmicas como a radiação, circulação horizontal, intercâmbio de operador e operando. É uma previsão de que a esta área de estudo pode sofrer interferência na condição da ecologia social e da natureza-homem, porém, não pode ser desmesurado ao ponto de produzir adversidades de temperaturas muito rápidas.

## REFERÊNCIAS

- AB´SÁBER, Aziz Nacib. **Os Domínios de natureza no Brasil: potencialidade paisagísticas**.4 ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2007.
- ABREU, Maurício de Almeida. Sobre a Memória das Cidades. *In*: CARLOS, Ana Fani Alessadri. SOUZA, Marcelo Lopes de. SPÓSITO, Maria Encarnação Beltrão. **A Produção do Espaço Urbano: Agentes e Processo, Escalas e Desafios** (org.).1 ed.1 reimp. São Paulo: Contexto, 2012.
- ALVES, Washington Silva. MARIANO, Zilda de Fátima. A distribuição espacial da temperatura e umidade relativa do ar máxima e mínima absoluta: um estudo de caso em Iporá/GO. *Revista Formação*. n. 22 v. 2, 2015 p. 192-211. Disponível <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/download/3846/3085>. Acesso em: 14 maio 2020
- AMADO, Janaina. Região, Sertão, Nação.**Revista Estudos Históricos**. Rio de Janeiro: v. 8, n. 15, p. 145-151, 1995. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/reh/issue/view/281> Acesso em: 17 mar. 2020.
- AMARAL, Cláudio. FEIJÓ, Rogério Luiz. Aspectos Ambientais dos Escorregamentos em Áreas Urbanas. *In*: VITTE, Antonio Carlos. GUERRA, Antonio José Teixeira (org.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Análise da Temperatura do Ar e dos Alvos: uma contribuição aos estudos de clima urbano. *In*: SANT’ANNA NETO, João Lima. AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. SILVA, Charlei Aparecido da (org.). **Clima e Gestão do Território**. Jundiaí: Paco Editorial, 2016.
- AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Climatologia e Gestão do Espaço Urbano. *In*: **Revista Mercator**. v. 9 n. 1, p. 71-90, dez. 2010. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/534> Acesso em: 19 maio 2020.
- ANDRADE, Carlos Sait Pereira de. Teresina e Clima: indissociabilidade no estudo da cidade. **Revista Equador**, Teresina, 5 n. 3, p.398-420, 2006. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/5056>. Acesso em: 02 maio 2020.
- ANTONIO FILHO, Fadel David. Sobre a Palavra “Sertão”: origens, significados e usos no Brasil (do ponto de vista da ciência geográfica). **Revista Ciência Geográfica**. Ano XV, v. XV, Bauru: jan/dez 2011. Disponível em: [http://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXV\\_1/AGB\\_dez2011\\_artigos\\_versao\\_internet/AGB\\_dez2011\\_11.pdf](http://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXV_1/AGB_dez2011_artigos_versao_internet/AGB_dez2011_11.pdf) Acesso em: 17 mar. 2020.
- ARAGÃO, Maria José. **História do Clima**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.
- ARAÚJO, Francisco de Assis da Silva. **Geomorfologia Aplicada à Fragilidade e ao Zoneamento Ambiental de Caxias/MA**. 2012. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012 Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/105033?show=full> Acesso em: 13 abr. 2020.

ARAÚJO, Kleyson Camplêlo de. **Espaço Urbano e Climatologia**: ilhas de calor em evidência na cidade de Teresina-PI. 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) Centro de Ciências Humanas e Letras –CCHL, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.

AYOADE, Johnson Olaniyi. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 18 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

BANDEIRA, Íris Celeste Nascimento (org.). **Geodiversidade do estado do Maranhão. Teresina**: CPRM, 2103.

BARBOSA, Jorge Luiz. As Favelas na Reconfiguração Territorial da Justiça Social e dos Direitos à Cidade. *In*: CARLOS, Ana Fani Alessandri. ALVES, Glória. PADUA, Rafael Faleiros de. (org.). **Justiça Espacial e o Direito à Cidade**. São Paulo: Contexto, 2017.

BARBOSA, Vanessa Vasconcelos. SOUZA, Werônica Meira de. GALVÍNCIO, Josiclêda Dominiciano. COSTA, Valéria Sandra de Oliveira. Análise da variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09 n.02, 2016 p. 353-367.

BARROS NETO, Eziquio. **Por Ruas e Becos de Caxias**: história e descrição dos logradouros públicos de sua área urbana. Caxias: Multgraf, 2020

BARRY, Roger G. CHORLEY. Richard, J. **Atmosfera, Tempo e Clima**. 9 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BERFORD, Sebastião Gomes da Silva. **Roteiro e Mapa da Viagem da Cidade de São Luiz do Maranhão até a Corte do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Impressão Regia, 1810.

BERNAL, Alex Barroso. MARTINS, Adriana de Magalhães Chaves (org.) **O Planeta Terra**: um sistema vivo. Brasília: MMA, 2015.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. **Revista RA'E GA**, n. 8.p. 141-152, 2004.

BEZERRA, Daniel Costa. SILVA, José Carlos Aragão. As garras da Raposa: o vitorinismo em Caxias na década de 1950. *In*: PESSOA, Jordania Maria. MELO, Salânia Maria Barbosa (org.). **Percorrendo Becos e Travessas**: feitiços e olhares das Histórias de Caxias. Teresina: Edufpi, 2010.

BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. *In*: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. MENDONÇA, Francisco (org.). **Clima Urbano**.1 ed. 1 reimp. São Paulo: Contexto, 2009.

BRASIL. Biblioteca Nacional. **Carta Topográfica Administrativa da Província do Maranhão**. Rio de Janeiro: 1850. Disponível em: [http://objdigital.bn.br/acervo\\_digital/div\\_cartografia/cart533095/cart533095.html](http://objdigital.bn.br/acervo_digital/div_cartografia/cart533095/cart533095.html). Acesso em: 06 abr. 2020.

BRENNER, Neil. **Espaços da Urbanização**: o urbano a partir da teoria crítica. 1 e. Rio de Janeiro: letra Capital: observatório das metrópoles, 2018.

CANÊDO, Letícia Bicalho. **A Revolução Industrial**. 13 ed. revista e ampliada. São Paulo: Atual, 1994.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. A Prática Espacial Urbana como Segregação e o ‘Direito à Cidade’ como Horizonte Utópico. *In*: VASCONCELOS, Pedro de Almeida. CORRÊA, Roberto Lobato. PINTAUDI, Silvana Maria (org.). **A cidade Contemporânea: segregação espacial**. 1 ed. 2 reimp. Paulo: Contexto, 2018.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. A Privação do Urbano e o “Direito à Cidade” em Henri Lefebvre. *In*: CARLOS, Ana Fani Alessandri. ALVES, Glória. PADUA, Rafael Faleiros de. (org.). **Justiça Espacial e o Direito à Cidade**. São Paulo: Contexto, 2017.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. A Privação do Urbano e o “Direito à Cidade” em Henri Lefebvre. *In*: CARLOS, Ana Fani Alessandri. ALVES, Glória. PADUA, Rafael Faleiros de. (org.). **Justiça Espacial e o Direito à Cidade**. São Paulo: Contexto, 2017 p. 33-62

CARVALHO, Wibson. **Oceanos não Pacíficos: contos, textos e ilustrações**. Caxias: PrimoGraf, 2016.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física. **Boletim de Geografia Teórica**, Rio Claro, v. 16-17, n. 31-34, 1987.

CHRISTOPHERSON, Robert W. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. 7 ed. Porto Alegre: Boockman, 2012.

CLAVAL, Paul. As abordagens da Geografia Cultural. *In*: CASTRO, Iná Elias de. GOMES, Paulo César da Costa. CORRÊA, Roberto Lobato. (org.) **Explorações Geográficas: percursos no fim do século**. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010 p. 89-117

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima Tianguá**. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/download/233698/27275>. Acesso em: 15 jul. 2020

CONTI, José Bueno. **Clima e Meio Ambiente**. 7 ed. São Paulo: Atual, 2011.

CORRÊA, Roberto Lobato. Segregação Residencial: classes sociais e espaço urbano. *In*: VASCONCELOS, Pedro de Almeida. CORRÊA, Roberto Lobato. PINTAUDI, Silva Maria. (org.). **A Cidade Contemporânea: segregação espacial**. São Paulo: Contexto, 2018.

CORRÊA, Roberto Lobato. Sobre Agentes Sociais, Escala e Produção do Espaço: um texto para discussão. *In*: CARLOS, Ana Fani Alessandri. SOUZA, Marcelo Lopes de. SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (org.). **A Produção do Espaço Urbano: Agentes e Processo, Escalas e Desafios** (org.). 1 ed. 1 reimp. São Paulo: Contexto, 2012.

COSTA FILHO, Alcebíades. SOUSA, Theresa Cristina Vieira. SILVA NETO, Enos Soares da. Um paiol de mantimentos: gêneros alimentícios no Maranhão na primeira metade do século XX. *In*: MELO, Salânia Maria Barbosa. SOUZA, Joana Batista de. SALAZAR, Denise Cristina da S. C. (org.). **Entre Tempos e histórias do Maranhão**. Caxias/MA: Edufpi, 2019.

COSTA, Maria Bertolina. Tempos de Cativo: memória tecidas sobre a Balaiada em Caxias, Maranhão. *In*: MELO, Salânia Maria Barbosa. SOUZA, Joana Batista de. SALAZAR, Denise Cristina da S. C. (org.). **Esquinas do tempo e narrativas de Caxias**. Teresina: EDUFPI, 2017. p.331-391



COUTINHO, Mílson. **Caxias das Aldeias Altas**: subsídios para sua história. 2 ed. ampliada, São Luís: Caxias: Prefeitura Municipal de Caxias, 2005.

DESCARTES, René. **Discurso do Método**. 3 tiragem, São Paulo: Martins Fontes, 2001

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA: UNB. **Projeto Conservação e Manejo da Biodiversidade do Bioma Cerrado**: relatório de produtos. [s/d]. Disponível em: <https://silo.tips/download/projeto-conservacao-e-manejo-da-biodiversidade-do-bioma-cerrado-cmbbc-relatorio-d+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br&client=firefox-b-d> Acesso em: 31 ago. 2020

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 Geografia**. v. 1, n.1, dez., 2005 p.15-28. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/viewFile/25215/16909>. Acesso em: 19 set. 2020.

FERREIRA, Jurandyr Pires (org.). **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1959.

FLANNERY, Tim. **Os Senhores do Clima**. Rio de Janeiro: Record, 2007.

FOUCAULT, Alain. **O Clima**: história e devir do meio terrestre. Lisboa: Instituto Piaget, 1993.

FRANKLIN, Adalberto. CARVALHO, João Renôr F. de. **Francisco de Paula Ribeiro**: desbravador dos sertões de Pastos Bons: A base geográfica e humana do sul do Maranhão. Imperatriz; ética, 2007.

FRIDMAN, Fania. Breve história do debate sobre a cidade colonial brasileira. *In*: FRIDMAN, Fania. ABREU, Maurício (org.). **Cidades Latino-Americanas**: um debate sobre a formação de núcleos urbanos. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2010.

GAMA, Antonio. DIMUCCIO, Luca Antonio. **Geomorfologia**: a construção de uma identidade. *In*: LOURENÇO, Luciano Fernandes. MATEUS, Manuel Alberto. **Riscos Naturais Antrópicos e Mistos**. Lisboa: Simões & Linhares, 2013, p.779-795 Disponível em: [https://www.uc.pt/fluc/depgeotur/publicacoes/Livros/livro\\_homenagem\\_FRebelo/779\\_795](https://www.uc.pt/fluc/depgeotur/publicacoes/Livros/livro_homenagem_FRebelo/779_795) . Acesso em: 28 abr. 2020.

GOMES, Paulo César da Costa. **A Condição Urbana**: ensaios de geopolítica da cidade. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

GOOGLE Earth. Visualização da área urbana Caxias/MA. Altitudes 2,23 Km e 5,79 Km [captura de telas], 2021

GUERRA, Antonio José Teixeira. MENDONÇA, Jane Karina Silva. Erosão dos Solos e a Questão Ambiental. *In*: VITTE, Antonio Carlos. GUERRA, Antonio José Teixeira (org.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, José Antonio Teixeira (org.). Encostas Urbanas. *In*: GUERRA, José Antonio Teixeira. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUIMARÃES, Maria de Lourdes Ribeiro. SARDINHA, Marcelo Ribeiro Vaz. SARDINHA, Célio Githay Vaz. **Cândido Ribeiro: o maior industrial do Maranhão dos séculos XIXE XX.** São Luís: EDUFMA, 2010.

HARARI, Yuval Noah. **Sapiens: uma breve história da humanidade.** 8 ed. Porto Alegre: L&PM, 2015.

HISSA, Cássio Eduardo Viana. A mobilidade das fronteiras: inserções da Geografia na crise da modernidade. 1 reimp. Belo horizonte: Editora UFMG, 2006, p. 159-198

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Atlas Geográfico Escolar:** ensino fundamental do 6 ao 9 ano. Rio de Janeiro: IBGE, 2010

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Brasil em Números.** v. 25, Rio de Janeiro: IBGE, 2017

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2010:** população residente urbana Caxias/MA. IBGE, 2010 Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/caxias/pesquisa/23/27652?detalhes=true> . Acesso em: 14 ago. 2020

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira:** Sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas procedimentos para mapeamentos. 2 ed. revista e ampliada. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão:** diretrizes gerais para a ordenação territorial. Sup. Manuel Lamartin Montes. Salvador: 1997. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95885.pdf>. Acesso em: 10 set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Clima e Climas zonais.** Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#12> em: 06 ago. 2021

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Mapa Precipitação observada.** Classificação por quantis, mês de março de 2020. 2021. Disponível em <https://clima.inmet.gov.br/prec>. Acesso em: 22 jan. 2021

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Normais Climatológicas 1931-190; 1961-1990; 1981-2010.** Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais> Acesso em: 23 mar. 2020

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Prognóstico Climático de Outono (2020).** 2021a. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/notasTecnicas#>. Acesso em: 22 jan. 2021

INSTITUTO NOVA CARTOGRAFIA SOCIAL. **Nova Cartografia Social dos Babaçuais:** mapeamento social da região ecológica do babaçu. Escala 1:1.000.000, 2018, Disponível em: <http://novacartografiasocial.com.br/download/mapa-nova-cartografia-social-dos-babacuais/>. Acesso em: 27 jul. 2020

JORGE, Maria do Carmo Oliveira. Geomorfologia Urbana: conceitos, metodologias e teorias. *In: GUERRA, Antonio José Teixeira (org.) Geomorfologia Urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

KOSIK, Karel. **Dialética do Concreto**. 2 ed. 9 reimp. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011

LAGO, Antônio. PÁDUA, José Augusto. **O que é Ecologia**. São Paulo: Brasiliense, 2004

LIMA, Solimar Oliveira. **Fazenda: pecuária, agricultura e trabalho no Piauí escravista (séc. XVII – séc. XIX)**. Teresina: EDUFPI, 2016.

MARANHÃO. GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Atlas do Maranhão**. 2 ed. Lagoa-Uema. São Luís; Geplan, 2002.

MARIN, Fábio. **Temperatura do Ar e do Solo**. Departamento de engenharia de Biosistemas Agrícolas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2 semestre, 2017. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4124137/mod\\_resource/content/1/micro-temperatura.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4124137/mod_resource/content/1/micro-temperatura.pdf). Acesso em: 02 set. 2020.

MASULLO, Yata Anderson Gonzaga. SOARES, Leonardo Silva. CASTRO, Cláudio Eduardo de. PINHEIRO, Elisson André Leal. Dinâmica da Paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Itapecuru-MA. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v 12, n.3, p.1054-1073, 2019.

MEDEIROS, Raimundo Mainar de. TAVARES, Alexandra Lima. KASSAR, Camilla Borges. SILVA, João Alvino Sampaio da. SILVA, Vicente Paulo Rodrigues da. Metodologia de Cálculo da Temperatura Média Diária do Ar: aplicação para os Municípios de Parnaíba, Picos e Gilbués-PI. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.6, n. 4, 2012.

MEDEIROS, Raimundo. ARAÚJO, Linhares de. **Álbum de Caxias, MA: A Princesa do Sertão**. São Luís: Academia Caxiense de Letras, 2014.

MENDONÇA, Francisco (org.). **Os Climas do Sul: em tempos de mudanças climáticas globais**. Jundiaí: Paco Editorial, 2014.

MENDONÇA, Francisco. O estudo SCU – Sistema Clima Urbano no Brasil: aplicações e avanços. *In: MONTEIRO. Carlos Augusto de Figueiredo (org.). SANT’ANNA NETO, João. MENDONÇA, Francisco. ZAVATTINI, João Afonso. A Construção da Climatologia Geográfica no Brasil*. Campinas: Editora Alínea, 2015. p. 155-166

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo**. Brasília: MMA, 2009.

MIRANDA, Antonio Luiz Alencar. A Construção Histórica do Espaço Urbano de Caxias. *In: PESSOA, Jordania Maria. MELO, Salânia Maria Barbosa (org.). Percorrendo Becos e Travessas: feitiços e olhares das Histórias de Caxias*. Teresina: Edufpi, 2010.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano – Estratégias na abordagem geográfica. **Revista Geosul**, n.9 ano V, 1 semestre 1990b.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. A Climatologia Geográfica no Brasil e a Proposta de um Novo Paradigma. *In: MONTEIRO. Carlos Augusto de Figueiredo (org.)*.

SANT'ANNA NETO, João. MENDONÇA, Francisco. ZAVATTINI, João Afonso. **A Construção da Climatologia Geográfica no Brasil**. Campinas: Editora Alínea, 2015.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Revista Geosul**, n 9 ano V, 1 semestre 1990a.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Clima e Excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Ed. UFSC, 1991.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e Clima Urbano. *In*: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. MENDONÇA, Francisco (org.). DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. GONÇALVES, Neyde Maria Santos. **Clima Urbano**. 1 ed. 1 reimp. São Paulo: Contexto, 2009.

MORAES, Antonio Carlos Robert. COSTA, Wanderley Messias da. **Geografia Crítica**: a valorização do espaço. 3 ed. São Paulo: Hucitec, 1993.

MOREIRA, Ruy. **O Pensamento Geográfico Brasileiro 3**: as matrizes brasileiras. 1 ed. 1 reimp. São Paulo: Contexto, 2014.

MOREIRA, Ruy. **Sociedade e Espaço Geográfico no Brasil**. São Paulo: Contexto, 2011.

NEVES, Diogo Guagliardo. **A Cântamo**: uma história fabril & familiar. São Luis: Resistência Cultural, 2019.

NIMER, Edmon. Circulação Atmosférica do Nordeste e Suas Consequências – o fenômeno das secas. **Revista Brasileira de Geografia**. a. XXVI, n. 2, abr-jun, 1964 p. 147-157, Disponível:  
[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg\\_1964\\_v26\\_n2.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1964_v26_n2.pdf). Acesso em: 25 set. 2020

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

NUNES, Jaqueline Marques Silva. GALVES, Marcelo **Cheche. Caminhões, Rainhas e Desfiles**: a festa do arroz em Caxias, Maranhão. Disponível em:  
[http://www.congressohistoriajatai.org/2016/resources/anais/6/1470961307\\_ARQUIVO\\_Jaque-line-Congresso.pdf](http://www.congressohistoriajatai.org/2016/resources/anais/6/1470961307_ARQUIVO_Jaque-line-Congresso.pdf) Acesso em: 17 jun. 2020.

PEIXOTO, Afrânio. **Clima e Saúde**: introdução biogeográfica à civilização brasileira. 2 ed. São Paulo: CIA Editora Nacional, 1975

PEREIRA, Ana Paula Alves. As pipiras da fábrica: a operária sob o olhar da sociedade caxiense na década de 1950. *In*: PESSOA, Jordania Maria. MELO, Salânia Maria Barbosa (org.). **Percorrendo Becos e Travessas**: feitiços e olhares das Histórias de Caxias. Teresina: Edufpi, 2010.

PEREIRA, Heloisa Ramos. REBOITA, Michelle Simões. Ambrizzi, Tércio. Características da Atmosfera na Primavera Austral Durante o El Niño de 2015/2016. **Revista Brasileira de Geografia**, v.32, n. 2, p.293-310, 2017. Disponível em :  
[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-77862017000200293&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862017000200293&tlng=pt). Acesso em: 19 ago. 2019.

PESSOA, Jordania Maria. **Entre a Tradição e a Modernidade: A Belle Époque Caxiense-práticas fabris, reordenamento urbano e padrões culturais no final do século XIX.** Imperatriz: Ética, 2009.

PETERSEN, James F. SACK, Dorothy. GABLER, Robert E. **Fundamentos de Geografia Física.** São Paulo: Cengage, 2014.

PONTUSCHKA, Nídia Nacib. PAGANELLI, Tomoko Iyda. CACETE, Núria Hanglei. **Para ensinar e Aprender Geografia.** 3 e. 2 reimp. São Paulo: Cortez, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS. Lei nº 2.361, de 09 de novembro de 2017. Plano Municipal de Saneamento Básico de Caxias, estado do Maranhão. **Diário Oficial do Município.** Atos do Poder Executivo Municipal. Caxias, MA, ano XXIII, n. 3417. 10 nov. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXIAS. Lei nº 1.637, de 06 de outubro de 2006. **Aprova o Plano Diretor do Município de Caxias, estado do Maranhão.**

REIS, Claudimiro Sousa dos. CONCEIÇÃO, Gonçalo Mendes da. Aspectos Florísticos de um Fragmento de Vegetação. Localizado no Município de Caxias, Maranhão, Brasil. **Revista Scientia Plena.** v.6 n.2, 2010 disponível:  
<https://scientiaplena.org.br/sp/article/download/21/15> acesso em: 22 jul. 2020

RODRIGUES, Arlete Moysés. Loteamento murados e condomínios fechados: propriedade fundiária urbana e segregação socioespacial. *In*: VASCONCELOS, Pedro de Almeida. CORRÊA, Roberto Lobato. PINTAUDI, Silva Maria. (org.). **A Cidade Contemporânea: segregação espacial.** São Paulo: Contexto, 2018.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. SILVA, Edson Vicente. CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental.** Fortaleza: Editora UFC, 2004

ROSA, Hartmut. **Aceleração: a transformação das estruturas temporais na Modernidade.** São Paulo: Editora Unesp, 2019.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches. Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para planejamento ambiental. 1993. [s/l]. Disponível:  
<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53692>. Acesso em: 02 mar. 2020

SADOURNY, Robert. **O Clima da Terra.** Lisboa: Instituto Piaget, 1994.

SANT'ANNA NETO, João Lima. As matrizes da construção da climatologia geográfica brasileira. *In*: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo (org.) **A Construção da Climatologia Geográfica no Brasil.** Campinas: Alínea, 2015.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço.** Técnica e Tempo. Razão e Emoção. 4 ed. 7 reimp. São Paulo: Edusp, 2012.

SANTOS, Milton. **Espaço e Método.** 5 ed. 2 reimp. São Paulo: Edusp, 2014.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado.** Fundamentos teórico e metodológico da geografia. São Paulo: Hucitec, 1988.

SAUGIER, Bernard. **Vegetação e Atmosfera**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

SENTELHAS, Paulo Cesar. ANGELOCCI, Luiz Roberto. **Meteorologia Agrícola**. aula 6 ESALQ/USP, 2012 disponível: [http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/lce306/aula6\\_2012.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/lce306/aula6_2012.pdf) Acesso em: 27 ago. 2020.

SERRA, Adalberto. As secas do Nordeste. **Boletim Geográfico**, v.12, n.123, nov-dez, 1954. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/19/bg\\_1954\\_v12\\_n123\\_nov\\_dez.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/19/bg_1954_v12_n123_nov_dez.pdf). Acesso em: 05 out. 2020 p.419-421.

SERRA, Adalberto. As secas do Nordeste. **Boletim Geográfico**. v. 14, n. 132, maio/jun, p. 269-270, 1956. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/19/bg\\_1956\\_v14\\_n132\\_maio\\_jun.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/19/bg_1956_v14_n132_maio_jun.pdf). Acesso em: 05 out. 2020.

SERRA, Adalberto. O Princípio de Simetria: Circulação Secundária no Hemisfério Sul (Inverno) Campo de Pressão Normal. **Revista Brasileira de Geografia**. v.24, n.3 jun./set, p. 377-439, 1962. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115rbg\\_1962\\_v24\\_n3.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115rbg_1962_v24_n3.pdf) Acesso em: 05 out. 2020.

SILVA, Ana Maria Nunes da. MELO, Salânia Maria Barbosa. Educando e instruindo nos sertões do Maranhão: a passagem dos padres Jesuítas em Caxias das Aldeias Altas. *In*: MELO, Salânia Maria Barbosa. SOUZA, Joana Batista de. SALAZAR, Denise Cristina da S. C (org.). **Entre tempos e histórias do Maranhão**. Caxias/MA: EDUFPI, 2019.

SILVA, Antonio Soares da. Solos Urbanos. *In*: GUERRA, Antonio José Teixeira (org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SILVA, Charlei Aparecido da. Estudos e técnicas de pesquisa de clima urbano com foco no subsistema físico-químico, novos instrumentos, novas possibilidades. *In*: SANT'ANNA NETO, João Lima. AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. SILVA, Charlei Aparecido da (org.). **Clima e Gestão do Território**. Jundiaí: Paco Editorial, 2016.

SILVA, Messias Nicodemus da. TEREZA, Ana. BEZERRA, Denilson da Silva. PEREIRA, Liene. ELOI, Carlos Márcio de Aquino. SANTOS, André Luís Silva dos. A Seca no Maranhão no Período de 2010 a 2016 e seus Impactos. **Parceria Estratégica**. Brasília. v. 22, n. 44, p. 119-138, 2017. Disponível: [http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/view/848/776](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/848/776). Acesso em: 07 jul.2020.

SORRE, Max. Objeto e Método da Climatologia. Tradução: José Bueno Conti. *In*: **Revista Departamento de Geografia**. n. 18 2006 p. 89-94 Disponível em: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6a\\_o70AsDEQJ:docplayer.com.br/21446875-Objeto-e-metodo-da-climatologia-max-sorre-1.html+&cd=1&hl=ptBR&ct=clnk&gl=br](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6a_o70AsDEQJ:docplayer.com.br/21446875-Objeto-e-metodo-da-climatologia-max-sorre-1.html+&cd=1&hl=ptBR&ct=clnk&gl=br). Acesso em: 03 set. 2020.

SOUZA, Francisco Wellington Araújo. Geoprocessamento: Gráficos das temperaturas das 15h e 21h de outubro de 2020 de Caxias/MA, 2021.

SOUZA, Francisco Wellington Araújo. Geoprocessamento: Gráficos das temperaturas das 15h e 21h de julho de 2020 de Caxias/MA, 2020.

SOUSA, Francisco Wellington Araújo. Geoprocessamento: Mapa de altimetria e drenagem urbana de Caxias/MA, 2020.

SOUSA, Francisco Wellington Araújo. Geoprocessamento: Mapa de expansão urbana de Caxias/MA, 2020.

SOUSA, Francisco Wellington Araújo. Geoprocessamento: Mapa de localização dos pontos de coleta de dados para obtenção da temperatura de Caxias\_MA, 2020.

SOUSA, Francisco Wellington Araújo. Geoprocessamento: Mapa de localização de Caxias/MA no estado do MA, 2020.

SOUSA, Francisco Wellington Araújo. Geoprocessamento: Mapa de uso e ocupação do solo de Caxias/MA, 2020.

SOUSA, Francisco Wellington Araújo. Geoprocessamento: Mapa densidade urbana de Caxias/MA, 2020.

SOUSA, Isaac Gonçalves. MENESES, Renato Lourenço. VIANNA, Jotônio Moreira (org.). **Cartografias Invisíveis: saberes e sentires de Caxias**. Caxias: Academia Caxiense de Letras, 2015.

SOUZA, Isaac Gonçalves. A Terra dos Poetas e o Tempo-Cristal: manufatura de um discurso identitário na imprensa local de Caxias no início do Século XX, *In*: MELO, Salânia Maria Barbosa. SOUZA, Joana Batista de. SALAZAR, Denise Cristina da Silva Campos (org.). **Caxias: memórias, histórias e outros saberes**. Teresina: Edufpi, 2016.

SPOSITO, Eliseu Savério. **A vida nas Cidades: por que a cidade existe? Morar é preciso, o futuro da cidade**. 6 ed. São Paulo: Contexto, 2018.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Capitalismo e Urbanização: núcleos urbanos na história, revolução industrial e urbanização, a cidade moderna: para onde?** 16 ed. 1 reimp. São Paulo: Contexto, 2014.

STOLF, Rubismar. ATHAYDE, Manoel Luiz Ferreira. BOARETTO, Antonio Eneidi. Transferências de energia atmosfera-planta. *In*: MAGALHÃES, Antonio Celso. **Tópicos de fisiologia vegetal**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974 p. 126-39. Disponível em: <http://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-150983/transferecia-de-energia-amosfera---planta>. Acesso em: 25 mar. 2019.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. MACHADO, Pedro José de Oliveira. **Introdução à Climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

TRESPACH, Rodrigo. Missão Austríaca: Spix e Martius e a viagem pelo Brasil. **Revista Leituras da História**, São Paulo, n.104, p.28-33, 2017.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TUBELIS, Antonio. NASCIMENTO, Fernando José Lino do. **Meteorologia Descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. 1 ed. 7 reimp. São Paulo: Nobel, 1992.

UGEDA JUNIOR, José Carlos. AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Reflexões Acerca do Sistema Clima Urbano e Sua Aplicabilidade: pressupostos teórico-metodológicos e inovações técnicas. *Revista do Departamento de Geografia*. volume especial, 2006 p. 160-173. Disponível <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/119402> acesso em: 30 jun. 2020

VASCONCELOS, Pedro de Almeida. A utilização dos agentes sociais nos estudos de Geografia urbana: avanço ou recuo? *In: CARLOS, Ana Fani Alessandri. SOUZA, Marcelo Lopes de. SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (org.). A Produção do Espaço Urbano: Agentes e Processo, Escalas e Desafios (org.).* 1 ed. 1 reimp. São Paulo: Contexto, 2012. p.75-96

VITTE, Antonio Carlos. Breves Considerações sobre a História da Geomorfologia Geográfica no Brasil. **Revista Geo UERJ**. v.1, n. 21, p.1-19, 2010. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/1445/1221> Acesso em: 23 abr. 2020.

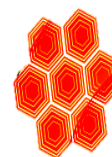
VITTE, Antonio Carlos. Os Fundamentos Metodológicos da Geomorfologia e a sua Influência no Desenvolvimento das Ciências da Terra. *In: VITTE, Antonio Carlos. GUERRA, Antonio José Teixeira. (org.). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.* 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011 p. 23-48.

ZAVATTINI, João Afonso. BOIN, Marcos Norberto. **Climatologia Geográfica: Teoria e prática de pesquisa.** Campinas: Editora Alínea, 2013.





**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS - CCHL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGGEO**



## APÊNDICES

### APÊNDICE A

#### FOTOGRAFIA DE INSTRUMENTOS E ÁREA DE CAMPO



### APÊNDICE B

#### PLANILHA DE TEMPERATURAS DE JULHO DE 2020

Logradouro Fenômeno Data	Praça Gonçalves Dias			Volta Redonda			Alto do Ipem			COHAB		
	Temperatura °C			Temperatura °C			Temperatura °C			Temperatura °C		
	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
10.07.2020	30,1	33,7	29,0	31,6	34,1	29,3	28,5	33,2	27,1	29,1	34,3	29,8
13.07.2020	29,4	33,2	28,2	30,0	34,5	27,3	30,8	32,6	29,2	30,7	33,1	27,1
17.07.2020	28,8	32,2	27,3	29,0	34,0	27,1	30,5	33,5	28,6	30,2	32,7	26,0
21.07.2020	30,7	33,2	28,5	30,9	34,4	27,4	31,6	32,3	28,8	32,1	34,1	27,9
25.07.2020	26,4	32,6	27,5	27,5	34,1	26,6	28,7	32,9	28,0	28,7	33,2	26,7
29.07.2020	28,3	33,0	27,8	29,2	35,3	27,7	28,3	33,0	29,9	32,0	33,6	28,3



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS - CCHL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGGEO**



APÊNDICE C

PLANILHA DE VENTOS DE JULHO DE 2020

Logradouro Fenômeno Data	Praça Gonçalves Dias			Volta Redonda			Alto do Ipem			COHAB		
	Vento km/h			Vento km/h			Vento km/h			Vento km/h		
	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
10.07.2020	0,17	7,9	2,8	0,0	2,5	0,0	4,6	4,3	3,9	0,0	2,5	0,0
13.07.2020	5,1	7,5	0,0	0,0	2,8	0,0	3,6	3,9	0,0	1,8	0,0	0,0
17.07.2020	7,2	5,1	0,0	0,3	2,5	0,0	12,2	5,7	0,0	2,8	0,7	0,0
21.07.2020	1,4	8,4	0,0	3,6	1,8	0,0	7,9	9,3	0,0	6,4	2,5	0,0
25.07.2020	9,1	6,4	0,0	6,4	2,1	0,0	8,2	2,5	0,0	5,4	2,8	0,0
29.07.2020	6,1	7,5	0,0	1,4	2,5	0,0	4,6	8,6	0,0	0,7	1,4	0,0

APÊNDICE D

PLANILHA DE UMIDADES RELATIVAS DO AR DE JULHO DE 2020

Logradouro Fenômeno Data	Praça Gonçalves Dias			Volta Redonda			Alto do Ipem			COHAB		
	Umidade (%)			Umidade (%)			Umidade (%)			Umidade (%)		
	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
10.07.2020	73	49	73	72	55	74	76	53	80	84	51	68
13.07.2020	63	52	75	65	51	84	61	55	72	62	52	96
17.07.2020	52	48	70	56	45	80	50	46	64	51	46	81
21.07.2020	52	46	65	52	45	73	48	55	62	49	44	71
25.07.2020	58	45	64	54	45	73	52	45	66	53	42	73
29.07.2020	62	43	69	56	41	70	63	41	57	58	42	65



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS - CCHL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGGEO**



APÊNDICE E

PLANILHA DE TEMPERATURAS DE OUTUBRO DE 2020

Logradouro Fenômeno Data	Praça Gonçalves Dias			Volta Redonda			Alto do Ipem			COHAB		
	Temperatura °C			Temperatura °C			Temperatura °C			Temperatura °C		
	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
03.10.2020	32,6	37,6	30,3	30,5	35,5	29,9	35,0	36,5	31,3	31,3	36,9	29,6
09.10.2020	31,9	35,7	31,0	30,7	35,3	30,9	31,3	38,5	29,3	31,2	36,2	29,9
12.10.2020	33,6	35,3	29,4	31,2	34,3	28,7	31,0	35,6	29,0	35,0	37,0	25,7
16.10.2020	32,6	37,2	31,9	31,5	39,6	32,4	34,6	37,1	32,5	34,2	37,5	31,1
23.10.2020	32,5	36,6	31,3	33,7	37,0	31,8	31,5	36,0	32,0	33,0	36,0	31,7
30.10.2020	33,3	37,9	31,5	31,3	36,8	32,2	31,0	36,9	30,1	35,4	37,7	31,1

APÊNDICE F

PLANILHA DE VENTOS DE OUTUBRO DE 2020

Logradouro Fenômeno Data	Praça Gonçalves Dias			Volta Redonda			Alto do Ipem			COHAB		
	Vento km/h			Vento km/h			Vento km/h			Vento km/h		
	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
03.10.2020	3,2	6,1	4,6	2,5	2,8	5,4	4,6	3,6	10,8	0,0	0,0	0,0
09.10.2020	2,1	1,4	2,1	5,4	0,7	7,2	10,8	1,4	7,9	1,4	1,8	1,8
12.10.2020	6,8	2,5	0,0	4,6	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
16.10.2020	2,3	2,4	1,8	1,3	1,0	0,0	5,4	3,9	0,0	1,3	5,0	0,0
23.10.2020	3,9	7,9	0,0	2,5	0,3	0,0	11,8	2,1	0,0	1,4	0,0	0,0
30.10.2020	1,8	7,9	7,6	8,0	0,0	8,2	7,5	0,0	8,6	1,4	0,0	0,0



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS - CCHL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGGEO**



APÊNDICE G

PLANILHA DE UMIDADES RELATIVAS DO AR DE OUTUBRO DE 2020

Logradouro	Praça Gonçalves Dias			Volta Redonda			Alto do Ipem			COHAB		
Fenômeno Data	Umidade (%)			Umidade (%)			Umidade (%)			Umidade (%)		
	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h	9h	15h	21h
03.10.2020	56	35	56	65	41	60	52	45	47	61	38	58
09.10.2020	52	41	47	56	41	52	54	39	51	59	41	49
12.10.2020	52	43	65	62	50	83	58	46	60	53	41	98
16.10.2020	53	37	49	63	35	48	52	38	46	55	37	49
23.10.2020	51	41	50	56	45	58	54	44	51	54	43	53
30.10.2020	47	35	46	53	44	45	50	43	49	45	39	46