

**ILHAS DE CALOR URBANAS NA CIDADE DE COARI-AM**  
**URBAN HEAT ISLANDS IN THE CITY OF COARI-AM**  
**ISLAS DE CALOR URBANAS EN LA CIUDAD DE COARI-AM**

**Luciomar da Silva Almeida Filho**

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e  
Sociais, Manaus, Brasil

[luciomar.almeida13@gmail.com](mailto:luciomar.almeida13@gmail.com)

0000-0002-4924-6058

**Natacha Cintia Regina Aleixo**

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e  
Sociais, Manaus, Brasil

[natachaaleixo@ufam.edu.br](mailto:natachaaleixo@ufam.edu.br)

0000-0001-7021-0730

**João Cândido André da Silva Neto**

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e  
Sociais, Manaus, Brasil

[joakandido@yahoo.com.br](mailto:joakandido@yahoo.com.br)

0000-0001-7313-9837

## RESUMO

O sistema clima urbano envolve uma ampla gama de processos que atuam na entrada e saída de energia e matéria, compreender os fatores e interações que propiciam efeitos e alteram o balanço de energia é fundamental para orientar questões de planejamento e gestão. O objetivo deste artigo é analisar a constituição de ilhas de calor urbanas na cidade de Coari-AM, os dados foram obtidos a partir da técnica dos transectos móveis às 7h, 14h e 20h, durante o período de 14 a 19 de setembro de 2019, em seguida foram interpolados em ambiente SIG por meio do método IDW. Os resultados demonstraram que a distribuição da temperatura do ar é fortemente orientada pelo padrão de cobertura da terra. Verificou-se em Coari ilhas de calor com alta magnitude, ou seja, amplitude de até 6°C no horário das 20h do dia 19 de setembro. Conclui-se que a alta densidade construtiva, a escassez de arborização urbana e as propriedades físicas dos materiais usados na construção civil, são fatores para a constituição das ilhas de calor em Coari e se integram a produção desigual e inadequada do espaço urbano.

**Palavras-chave:** Ilhas de calor urbanas; Amazonas; Amazônia; Coari.

## ABSTRACT

The urban climate system involves a wide range of processes that act on the input and output of energy and matter, understanding the factors and interactions that provide

effects and change the energy balance is essential to guide planning and management issues. The objective of this article is to analyze the constitution of urban heat islands in the city of Coari-AM, the data were obtained from the technique of mobile transects at 07:00 AM, 02:00 PM and 08:00PM, during the period from September 14 to 19, 2019, then were interpolated using Qgis through the IDW method. The results showed that the distribution of air temperature is strongly guided by the land cover pattern. Heat islands with high magnitude were verified in Coari, with amplitude of up to 6°C at 08:00 PM on 09/19. It is concluded that the high density of construction, the scarcity of urban forestation and the physical properties of materials used in construction are factors for the formation of heat islands in Coari and integrate the uneven and inadequate production of urban space.

**Keywords:** Urban heat islands; Amazonas; Amazon; Coari.

## RESUMEN

El sistema climático urbano implica una amplia gama de procesos que actúan sobre la entrada y salida de energía y materia, la comprensión de los factores y las interacciones que proporcionan efectos y cambian el balance energético es esencial para orientar las cuestiones de planificación y gestión. El objetivo de este artículo es analizar la constitución de islas de calor urbanas en la ciudad de Coari-AM, los datos se obtuvieron a partir de la técnica de transectos móviles a las 07:00 AM, 02:00 PM y 20:00 PM, durante el periodo del 14 al 19 de septiembre de 2019, los datos fueron interpolados en Qgis a través del método IDW. Los resultados mostraron que la distribución de la temperatura del aire está fuertemente guiada por el patrón de cobertura del suelo. Se verificaron islas de calor de gran magnitud en Coari, es decir, una amplitud de hasta 6°C a las 08:00 PM del 19 de septiembre. Se concluye que la alta densidad de construcción, la escasez de forestación urbana y las propiedades físicas de los materiales utilizados en la construcción, son factores para la constitución de islas de calor en Coari e integran la producción desigual e inadecuada del espacio urbano.

**Palabras clave:** Islas de calor; Amazonas; Amazon; Coari.

## Introdução

Os estudos do clima das cidades muito têm a contribuir para questões de planejamento territorial e para compreensão dos efeitos adversos dos extremos climáticos, levando em conta as desigualdades existentes na produção do espaço urbano no Brasil como fator chave para nortear ações voltadas para a melhora da qualidade de vida na cidade. Entender como ocorre essa segregação social no espaço urbano é fundamental para o estabelecimento de políticas de adaptação diante do cenário das alterações climáticas que o mundo vem enfrentando.

O clima urbano como um fenômeno é proveniente da perturbação no balanço de energia da superfície-atmosfera causado pela produção do espaço urbano e é entendido como um sistema conforme foi proposto por Monteiro (1975).

O Sistema Clima Urbano (S.C.U) compreende processos que estabelecem uma relação do mesoclima com a cidade e é dividido em 3 subsistemas: Termodinâmico, Físico-químico e o Subsistema Hidrometeorológico; o estudo realizado para produção deste artigo tem enfoque no subsistema termodinâmico, tendo em vista que as ilhas de calor urbanas (ICU) constituem um fenômeno que é resultado da interferência das atividades humanas no balanço de energia e afeta principalmente as trocas de calor e umidade.

O surgimento das ICU está atrelado às diferentes formas de mudanças na ocupação e cobertura da terra, baseados principalmente em um modelo econômico que produz na cidade um ambiente desigual do ponto de vista socioeconômico, devido a esse padrão do ambiente construído os fenômenos climáticos progridem no urbano de forma desigual, deixando determinados grupos sociais mais/menos vulneráveis a efeitos adversos do clima, como por exemplo, as ilhas de calor (SANT'ANNA NETO, 2011).

A ICU trata-se de uma irregularidade característica do clima urbano que possui dimensão espacial (determinada pelas características das superfícies locais) variabilidade temporal (que é diuturna) e perfil vertical (em decorrência do fluxo de calor sensível), é identificada principalmente devido as taxas de aquecimento e resfriamento que vão ser diferentes aos da zona rural (LUCENA, 2013).

Os elementos que compõem o clima urbano criam características na cidade que vai diferenciá-la, do ponto de vista climático, do seu entorno. Assim, pela alteração das paisagens naturais e a produção da cidade, as ilhas de calor vão surgir como resultado do processo de urbanização, que vai acompanhar o crescimento da área que as cidades ocupam, pode-se afirmar que a cidade por meio das propriedades físicas dos materiais das construções e das atividades humanas vai regular o aquecimento e o resfriamento da superfície dependendo da densidade das ocupações no espaço urbano (FIALHO, 2012).

No estado do Amazonas, poucas cidades interioranas tiveram estudos sobre o clima urbano com enfoque nas ilhas de calor urbanas e aspectos térmico e higrométricos, com predomínio de estudos em Manaus (SANTOS e LIMA, 2013; MONTEIRO, et. al., 2014; SOUZA e ALVALÁ, 2014; BARBOSA, et. al., 2015; CORREA, et. al., 2016, ALMEIDA, 2019, BENEDETTO, 2019) nas cidades interioranas há poucos estudos relacionados a climatologia urbana, a exceção de Coari, Humaitá, Tefé e Uarini

(AGUIAR, 2002; TARTARI, et. al., 2015; ALEIXO e SILVA NETO, 2019; LOPES, et. al., 2019; e ALEIXO, et. al., 2021).

Portanto, o objetivo deste artigo é analisar espacialmente e temporalmente a formação de ilhas de calor urbanas na cidade de Coari-AM associadas a compreensão do sistema clima urbano, uma vez que ao serem constatadas orientam para políticas de planejamento e gestão urbana.

Coari é um município do estado do Amazonas, que se localiza na mesorregião do centro amazonense e na microrregião de Coari, com uma área de 57.970,769 Km<sup>2</sup>. A cidade situa-se a margem direita do Rio Solimões, entre as coordenadas 4°45' e 5°05' latitude Sul e 63°8'34" de longitude Oeste, com 46 m de altitude, na hidrografia os principais corpos d'água que cortam o município são os Rio Solimões, Lago Coari, Lago Mamiá, Lago Aruã e o rio Urucu, além de diversos outros canais de menor ordem (IBGE, 2017).

## **Metodologia**

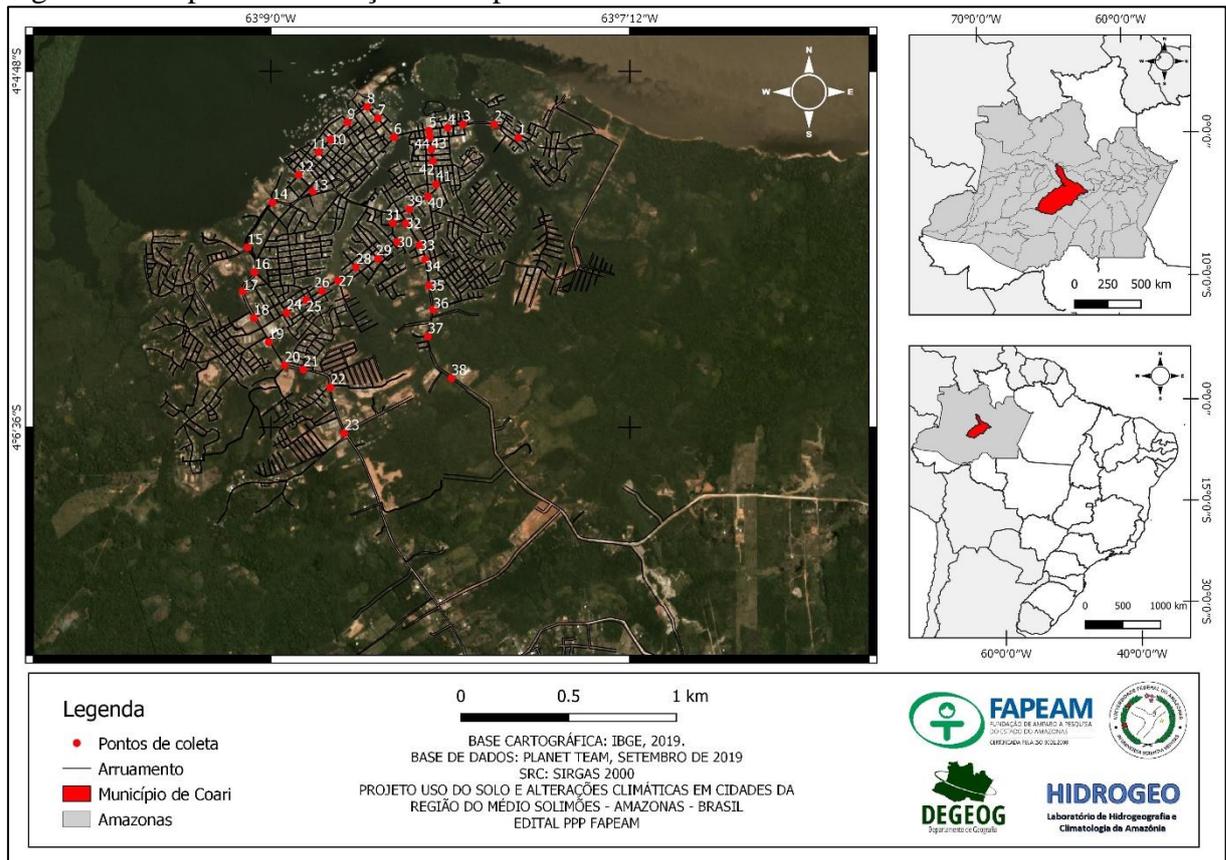
A metodologia foi baseada no referencial teórico da Climatologia Geográfica e de estudos sobre ilhas de calor realizados no Brasil. Foi escolhido o procedimento metodológico dos transectos móveis para medição das ilhas de calor em Coari, a escolha desse procedimento se deu devido à ausência de estações fixas nos municípios interioranos e por oferecer a melhor relação custo-benefício. O percurso foi pensado para que a investigação abarcasse a maior área possível e as áreas mais representativas da superfície urbana.

O campo foi viabilizado por meio do Projeto de Pesquisa Alterações Climáticas nas cidades do Médio Solimões- AM, financiado pelo edital Primeiros Projetos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).

Foram utilizados termo-higrômetros digitais da marca Minipa. Os dados de temperatura máxima e mínima foram coletados no período do dia 14 ao dia 19 de setembro de 2019 em quarenta e quatro (44) pontos da área urbana (Figura 1), em horários representativos: às 7h período de início do aquecimento, 14h quando ocorre o máximo de aquecimento e 20h início do período noturno momento em que a cidade começa a perder

calor. Esses horários são importantes para observar a variação diurna e como as características de cobertura e uso da terra influenciam na configuração das ilhas de calor no perímetro intraurbano (AMORIM, 2013).

Figura 1 – Mapa de localização e dos pontos de coleta e Coari.



Fonte: Trabalho de campo, 2019. Organização: Autores, 2021.

Amorim (2013) afirma que o horário das 20h se trata do momento mais adequado para se obter medidas de temperatura intraurbana porque elas não sofrem mudanças rápidas, fator esse importante quando se utiliza a técnica dos transectos móveis.

Os dados de temperatura do ar foram tabulados e interpolados em ambiente SIG (Sistemas de Informação Geográfica) por meio da Ponderação do Inverso das Distâncias (IDW), que basicamente prediz um valor para localidades onde não foram medidos ao atribuir maior peso aos valores mais distantes, sendo assim, cada ponto possui uma influência no novo ponto que vai diminuir conforme a distância aumenta (JAKOB e YOUNG, 2006).

Para a geração do Índice de vegetação (*NDVI*) e da temperatura de superfície (*ST*) foram usadas as imagens do Landsat 8, nível de processamento 1, sensores *OLI/Tirs*, da órbita 232 e ponto 063 do dia 28 de agosto de 2019 obtidas no portal *Earth Explorer* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*USGS*), todo o processo foi realizado em ambiente SIG, através da calculadora raster aplicando as correções conforme recomenda a *USGS* em seu website (ALEIXO; SILVA NETO, 2019).

O mapa de cobertura da terra foi obtido no site do Projeto MapBiomass, por meio do *Google Earth Engine*, e representa dados da Coleção 6.

## **Resultados e discussões**

### *Ilhas de calor urbanas em Coari*

O município de Coari possui relevo no sítio urbano com pouca variação de altimetria, com cotas variando entre 16,62 e 64,19 metros de altitude, os bairros mais ao norte de ocupação mais antiga são caracterizados por apresentarem elevada concentração de construções, intensa impermeabilização do solo e pouca cobertura vegetal, se situam à margem do lago Coari.

Nos dias da coleta, de acordo com os boletins técnicos do Centro de Previsão de Tempo e estudos climáticos (CPTEC/INPE), a análise da carta sinótica nível 500hPA permite constatar um amplo escoamento anticiclônico que domina a parte sudeste, centro-oeste interior do Nordeste e se estende até a região Amazônica, favorecendo a subsidência do ar criando ambiente de pouca nebulosidade, baixa umidade relativa do ar e temperaturas máximas mais elevadas.

No norte do Brasil o CPTEC/INPE manteve a previsão de pancadas de chuva em áreas do Amazonas principalmente à tarde, essa previsão foi realizada com base na presença do escoamento em altitude associado a termodinâmica que poderia causar precipitações de forma isolada também em áreas do Acre, norte de Rondônia, Roraima, sudoeste e oeste do Pará.

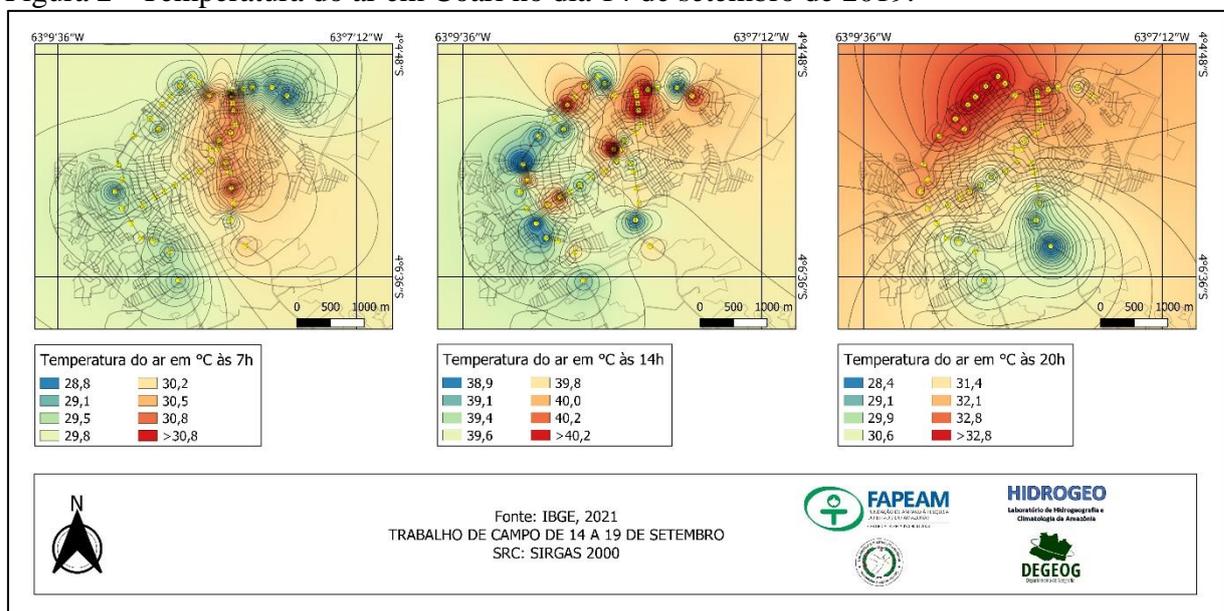
No dia 14 de setembro no horário das 7h a temperatura do ar variou entre 28,6°C e 31,8°C no espaço urbano de Coari. Os pontos com maior temperatura estão localizados na parte central da cidade onde o uso é principalmente residencial e comercial, os pontos com menor temperatura se situam a Oeste e ao Norte da zona urbana de Coari, pontos

esses que apresentam pouca vegetação com alguns fragmentos entre as casas, solo exposto e ocupação por residências e poucas estruturas de serviços, a amplitude chegou a 3,2°C.

No horário das 14h a distribuição de temperaturas elevadas mudou e a área Norte da cidade apresentou maiores temperaturas junto com pontos na parte Central, chegando a 41,3°C com a menor registrada no ponto 15 de 38,2°C. A diferença térmica chegou até 3,1°C entre pontos, nessas áreas com maior temperatura há a maior concentração de construções com pouca ou nenhuma vegetação arbórea e elevada impermeabilização do solo, nos pontos com menor temperatura ocorre a maior presença de vegetação arbórea circundante e as casas apresentam padrão de ocupação mais esparsa.

Às 20h do dia 14 de setembro as temperaturas mais elevadas se concentraram nos pontos da face Norte da cidade, a temperatura variou de 28,1°C até 34,1°C, diferença térmica de 6°C, de acordo com a figura 2.

Figura 2 - Temperatura do ar em Coari no dia 14 de setembro de 2019.



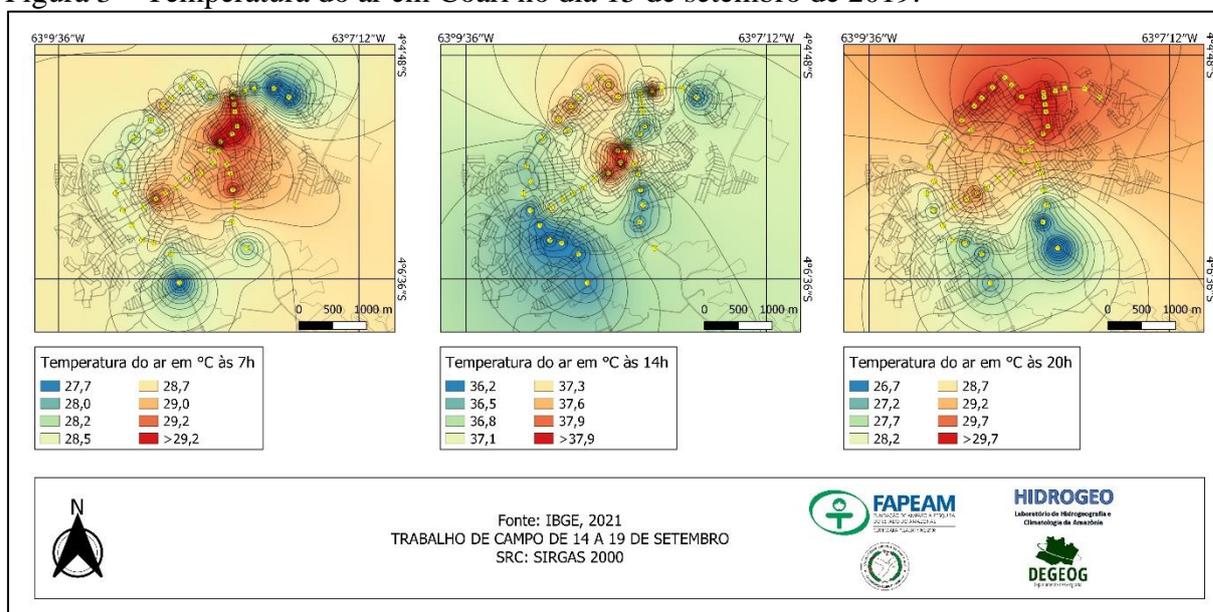
Fonte: Trabalho de campo, 2019.

No dia 15 de setembro às 7h a temperatura variou entre 27,3 e 30,1°C, sendo que na parte Central foram registrados os maiores valores de temperatura, as porções Norte e Sul da cidade registraram temperaturas mais amenas. A amplitude máxima chegou a 2,8°C.

Às 14h do dia 15, as ilhas de calor situaram-se em duas áreas distintas, na região Central com máximas acima dos 37,9°C, mais ao Sul da cidade as temperaturas foram menos elevadas, a amplitude foi de 2,5°C.

No horário das 20h, período do dia em que se inicia o resfriamento da cidade, a diferença térmica entre os pontos chegou a 4,5°C, com a temperatura mais elevada de 30,4°C e a menor com 25,9°C, na parte Norte da cidade predominaram as temperaturas mais elevadas e na parte Sul as menos elevadas, principalmente devido a diferença de cobertura e uso da terra figura 3.

Figura 3 – Temperatura do ar em Coari no dia 15 de setembro de 2019.



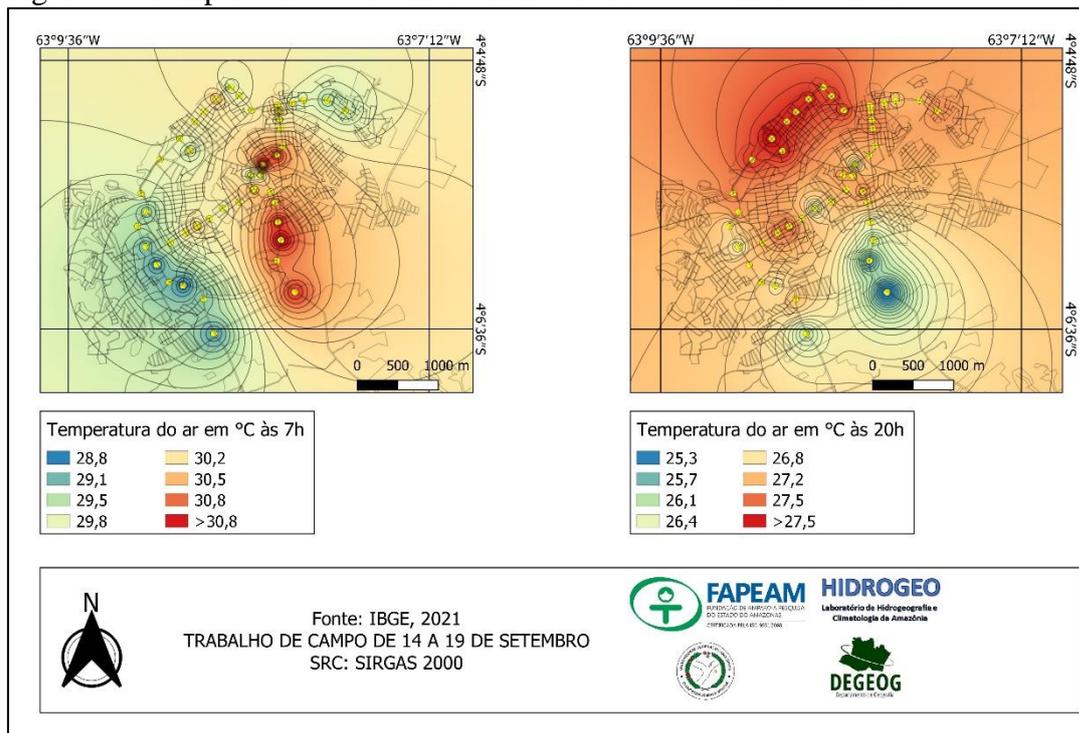
Fonte: Trabalho de campo, 2019.

No dia 16 de setembro a configuração das ilhas de calor estiveram associadas ao padrão de distribuição das diferentes formas de uso e ocupação, as maiores temperaturas registradas estiveram nos pontos localizados na porção Leste da cidade, se estendendo até a parte central onde há maior densidade de construções e as menores temperaturas no lado Oeste, próximos de áreas com vegetação e construções mais esparsas, com diferença máxima de 2,4°C entre pontos.

Às 14h não foi realizada a coleta de dados devido a ocorrência de chuva no horário, o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) registrou acumulado de 2,6 mm no dia 16/09/2019.

Às 20h as temperaturas coletadas se apresentaram com máxima de 28,1°C, e amplitude registrada de 2,9°C, sendo que o menor valor registrado foi de 25,2°C próximo a áreas de floresta e campos cobertos com vegetação, o que favorece o resfriamento acelerado durante as primeiras horas da noite, conforme a figura 4.

Figura 4 – Temperatura do ar em Coari no dia 16 de setembro de 2019.



Fonte: Trabalho de campo, 2019.

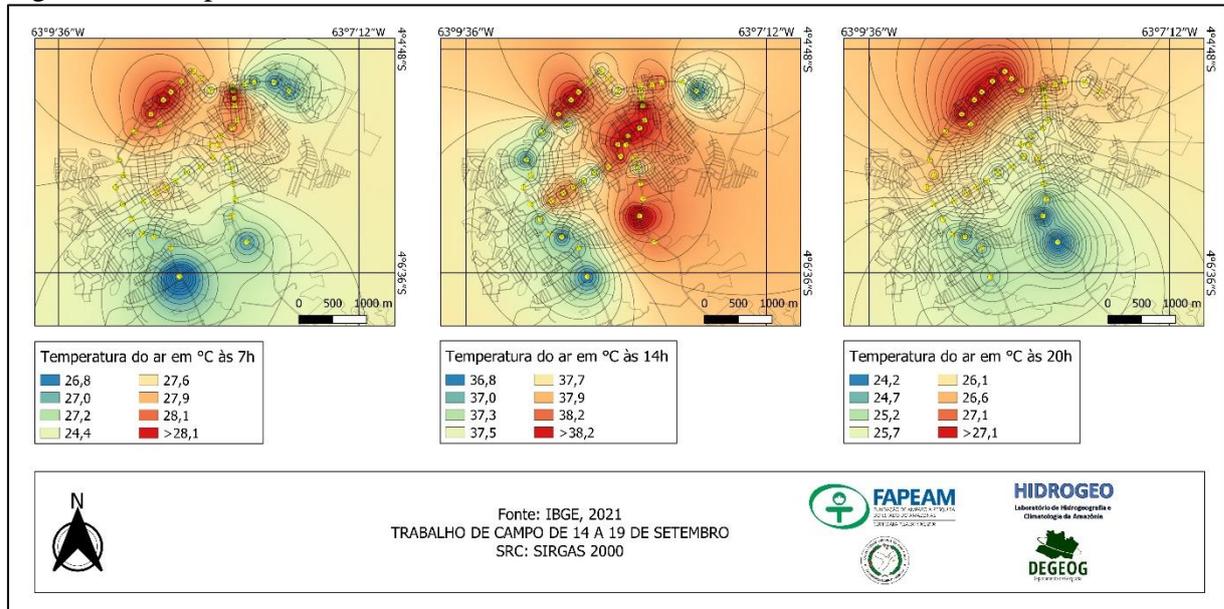
Para o dia 17 de setembro às 7h da manhã, as menores temperaturas se concentraram no Sul e no Nordeste da cidade. Na face Norte, na região da orla da cidade e na área Central as temperaturas foram mais elevadas, com máxima de 28,6°C e mínima de 26,2°C, com amplitude na ordem de 2,4°C.

Às 14h a máxima temperatura foi de 39,0°C, com uma amplitude máxima de 2,2°C, sendo a temperatura mínima registrada de 36,8°C, no ponto 1 que fica a Nordeste da cidade, foi registrada uma das menores temperaturas.

No horário das 20h como observado nos outros dias as temperaturas mais elevadas ficaram nos pontos da orla e área mais densamente construída, enquanto que os menores valores estiveram no Sul da área urbana. O maior valor de temperatura foi de

27,9°C enquanto que o menor foi de 24,1°C registrando assim uma amplitude de até 3,8°C entre pontos, figura 5.

Figura 5 – Temperatura do ar em Coari no dia 17 de setembro de 2019.



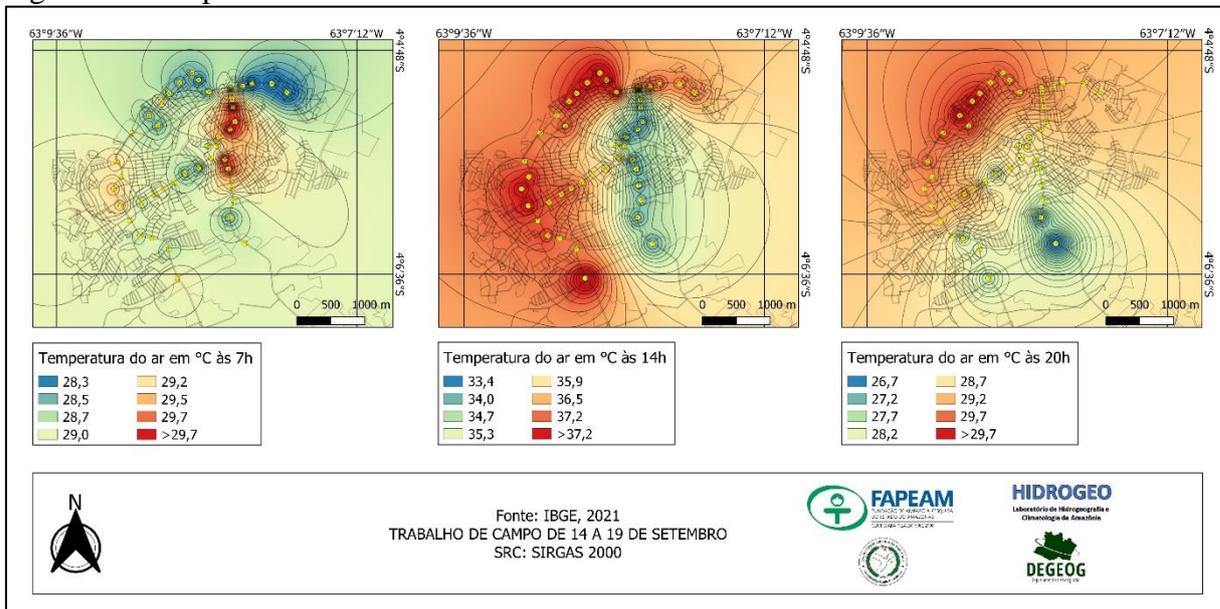
Fonte: Trabalho de campo, 2019.

No dia 18 de setembro às 7h a temperatura do ar na cidade de Coari variou de 27,8°C até 30,4°C resultando em amplitude máxima entre pontos de 2,6°C, na maioria dos pontos foram registrados valores amenos de temperatura, exceto na parte Central onde há as maiores temperaturas e em alguns pontos no Oeste da cidade.

Às 14h ocorreu uma inversão dos registros, o lado Oeste registrou as maiores temperaturas junto com a parte Norte da cidade, enquanto isso a região Central, obteve os menores valores. A temperatura nesse horário variou entre 33,2°C e 38,5°C, com uma amplitude de 5,3°C e as ilhas de calor de forte magnitude foram observadas mesmo em pontos que registraram menores valores nos dias anteriores.

No horário de 20h os pontos com temperatura mais elevada se situaram na orla da cidade ao Norte, enquanto que as temperaturas mais amenas no Sul, região característica por ocupações mais esparsas e a presença de vegetação do tipo arbórea. A temperatura do ar variou de 26,5°C até 30,5°C e a amplitude entre pontos foi de 4°C, como mostra figura 6.

Figura 6 – Temperatura do ar em Coari no dia 18 de setembro de 2019.



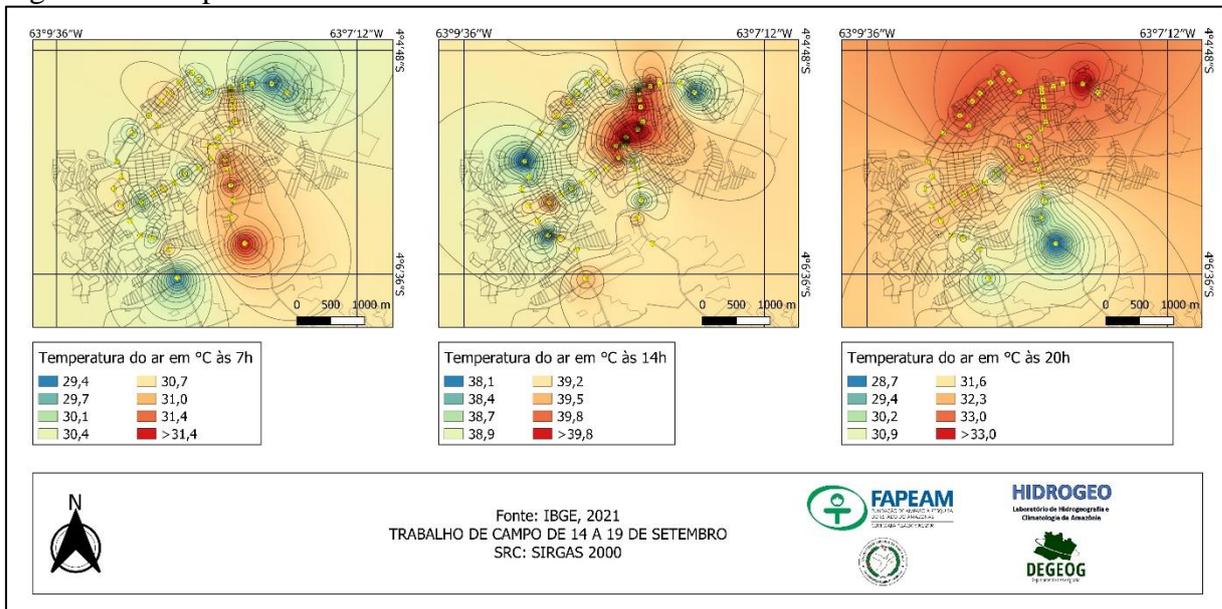
Fonte: Trabalho de campo, 2019.

No dia 19 de setembro a temperatura do ar na cidade de Coari às 7h apresentou valores que variaram entre 29,4°C e 31,7°C, ou seja, uma amplitude de 2,3°C entre os pontos, a distribuição ocorreu de forma menos marcante em comparação com os outros dias, a parte Central da cidade registrou as maiores temperaturas, a parte Norte da cidade e no ponto 23 ao Sul da cidade, obtiveram-se os menores valores.

Às 14h do dia 19 de setembro, os registros se mantiveram com valores entre 37,8°C e 41,1°C sendo a amplitude máxima entre pontos de 3,3°C.

Nos transectos das 20h a temperatura variou de 28,5°C até 34,5°C, representando assim uma amplitude de 6°C entre pontos, o Norte da cidade obteve os maiores valores devido as características das propriedades físicas dos materiais usados nas construções, baixa densidade de vegetação arbórea e intensa impermeabilização do solo. Os pontos no Sul obtiveram os menores valores, de acordo com a figura 7.

Figura 7 – Temperatura do ar em Coari no dia 19 de setembro de 2019.



Fonte: Trabalho de campo, 2019.

Para Coari o padrão construtivo, a densidade de ocupação, a impermeabilização do solo e a concentração da vegetação arbórea influenciaram diretamente na configuração das ilhas de calor, que no dia 19/09/2019 no período noturno apresentou a mais alta magnitude.

Durante a manhã as magnitudes das ilhas de calor variaram entre fracas e médias ao longo dos dias, com a maior temperatura registrada no dia 14/09/2019, de 31,8°C, sendo a menor 26,2°C registrada no dia 17/09/2019. Os pontos que predominantemente apresentaram temperaturas mais elevadas localizavam-se na parte Central da cidade e Leste, enquanto as temperaturas amenas foram registradas a Oeste e Sudoeste da área urbana.

No período da tarde, a magnitude das ilhas de calor variou entre fracas e médias intensidades, a distribuição das ilhas de calor variou ao longo dos dias, os pontos do 40 ao 45 e do 4 ao 11 foram os que no geral tiveram as maiores temperaturas. O dia 14/09/2019 registrou a máxima de 41,3°C enquanto que o dia 18/09/2019 foi mensurada a menor temperatura do período da tarde com 33,2°C e também a maior amplitude entre pontos, cerca de 5,3°C. A área central concentrou os pontos mais quentes e o Sul e

Sudoeste foram as áreas mais amenas, no dia 18/09 as partes Norte e Oeste da cidade registraram temperaturas mais elevadas e a Central os valores mais baixos.

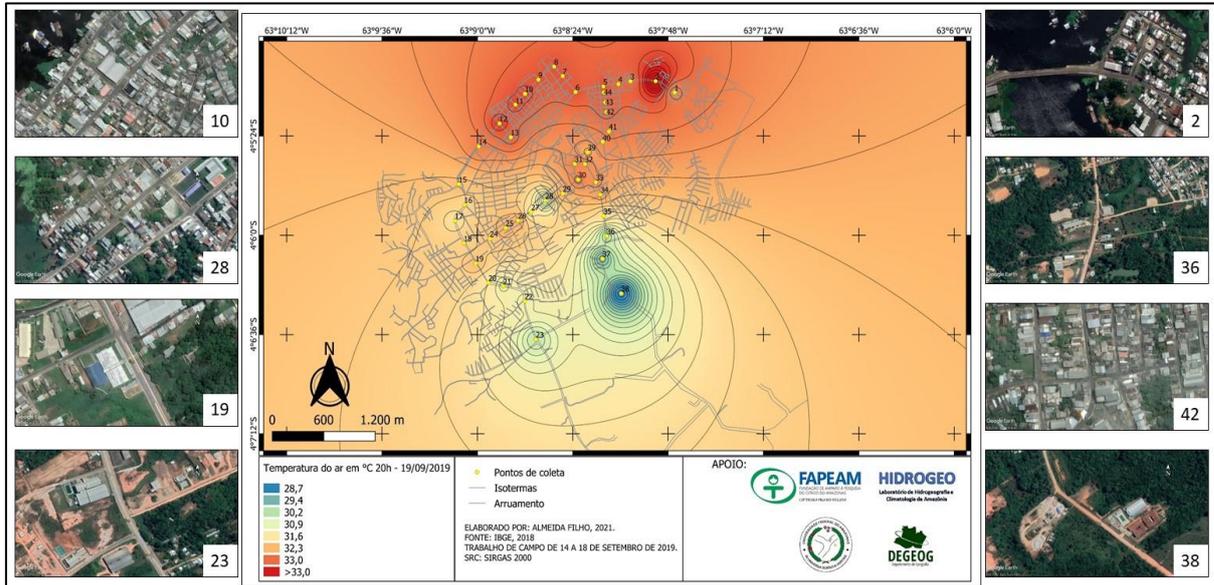
As ilhas de calor no período noturno foram de médias e fortes magnitudes, com dois dias registrando uma intensidade de 6°C nas ilhas de calor (14 e 19 de setembro de 2019), as áreas de registros das temperaturas mais elevadas foram bem marcadas com o norte da cidade registrando as ilhas de calor e o sul as ilhas de frescor.

Conforme a figura 3, o padrão de maior adensamento construtivo e menor concentração e presença de vegetação arbórea, registrou as maiores temperaturas ao longo dos dias que foram realizados os transectos, por outro lado, os pontos onde ocorreu o padrão construtivo com menor densidade de casas e presença de vegetação arbórea no entorno, apresentou em geral as temperaturas menos elevadas, chegando a caracterizar condições de ilhas de frescor. O ponto 2 assim como o ponto 10, são representativos de áreas com adensamento construtivo próximas ao rio, ao longo dos dias essas áreas se mostraram com uma variação que pode também ter relação com as propriedades físicas da água como elemento que dissipa o calor bem como as brisas.

No dia 19/09 às 20h foi registrada a maior amplitude entre pontos, ou seja, a ilha de calor de maior magnitude de todos os transectos, com uma intensidade representada pela diferença de 6°C entre o maior e menor registro, as áreas representadas pelos pontos na figura 1 foram os pontos em que a temperatura registrada teve relação com as características de uso e cobertura da terra. Os pontos 2, 10, 28 e 42 registraram 34,5°C, 33,3°C, 30,5°C e 33,1°C respectivamente, já os pontos 19, 23, 36 e 38 registraram 32,2°C, 30,4°C, 30,2°C e 28,5°C respectivamente, a diferença entre esses registros é bem representada pelas imagens de satélite, o ponto 38, por exemplo foi o que registrou menor temperatura e a cobertura da terra é predominantemente de vegetação arbórea/arbustiva, poucas construções e poucas áreas com solo exposto.

Os bairros mais ao Sul de ocupação recente apresentam uma distribuição da ocupação diferente do Norte da cidade, ficam próximos de vegetação florestal mais densa, ocorrem algumas áreas com solo exposto, as construções são esparsas, com as cotas altimétricas mais elevadas (Figura 8).

Figura 8 – Pontos representativos de cobertura da terra e ilha de calor de maior magnitude de Coari em 2019.



Fonte: Google Earth, 2020; Trabalho de campo, 2019.

A presença de vegetação desempenha um papel importante no sistema clima urbano, além de amenizar a temperatura do entorno atua na interceptação de radiação solar, no processo de evapotranspiração, sombreado e por meio das correntes de ventos também favorece a limpeza de poluentes na atmosfera, somadas esses processos atenuam a magnitude das ilhas de calor (ALEIXO e SILVA NETO, 2019).

### Cobertura da terra, índice de vegetação e temperatura da superfície em Coari.

O mapeamento do contexto urbano, realizado por meio da organização do mapa da temperatura de superfície, NDVI e cobertura e uso da terra, oferece uma representação do que se vive na cidade e contribui para a compreensão do campo térmico e da distribuição das ilhas de calor, facilitando o planejamento e as ações referentes a políticas de saúde pública (ALEIXO e SILVA NETO, 2019).

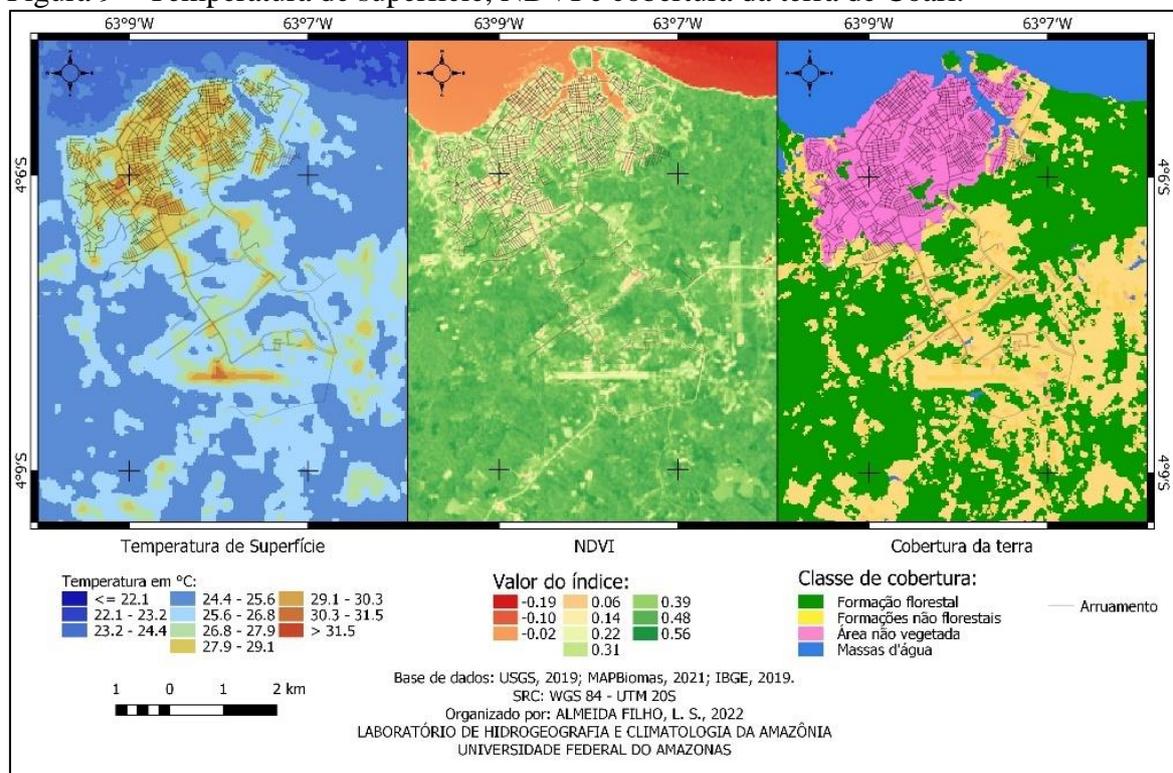
O mapeamento da temperatura de superfície demonstrou a distribuição fortemente orientada pela cobertura da terra e padrão das edificações onde é possível conferir que a temperatura de superfície variou aproximadamente 9,4°C na cidade de Coari, sendo a parte Central e Norte da cidade com elevada temperatura de superfície e

os bairros mais ao Sul, Oeste e Leste da cidade as menores temperaturas de superfície, ou seja, as áreas circunvizinhas do centro urbano, isso ocorreu principalmente devido à proximidade com áreas de vegetação mais densa.

Os valores de NDVI para Coari variaram de -0,19 a 0,56, os valores mais próximos de 0 e negativos representam corpos d'água e áreas densamente construídas, a classe 0.56 é representativa de áreas onde a densidade da vegetação é maior, enquanto que a classe 0.3725 representa a vegetação menos densa, rasteira ou pontos vegetados dentro do perímetro urbano.

Ao analisar a cobertura e uso da terra em Coari, a partir dos dados do MapBiomas, constatou-se uma extensa cobertura de formações não-florestais e área não vegetada que são representadas na área Central da cidade e quando associadas com o NDVI, verifica-se a evidência que as áreas onde o NDVI registrou os valores 0.06, 0.14, 0.22, são classes de área urbana e de formação não-florestais e se relacionam as temperaturas de superfície mais elevadas na cidade e entorno (Figura 9).

Figura 9 – Temperatura de superfície, NDVI e cobertura da terra de Coari.



Fonte: USGS, 2019; MapBiomas, 2021; IBGE, 2019.

## Conclusão

Os resultados deste estudo demonstraram que em uma cidade considerada média no âmbito econômico, com integração de fluxos regionais e internacionais, localizada no centro da maior floresta tropical do mundo, porém, com extensão territorial urbana pequena, os habitantes estão sujeitos a produção de um clima urbano derivado da produção desigual do espaço, que não emprega um planejamento adequado em relação aos condicionantes físicos-territoriais.

O procedimento dos transectos móveis se mostrou eficaz na identificação das ilhas de calor em Coari, as características do sítio urbano associadas a morfologia da cidade favoreceram a ocorrência do fenômeno. As ilhas de calor no horário das 7h variaram entre fracas e médias magnitudes, no horário das 14h a diferença máxima entre os pontos chegou a 5,3°C de diferença no dia 18/09/2019. No horário das 20h foram registradas as ilhas de calor de maior magnitude e intensidade, sendo o dia 19/09 o representativo, com diferença de 6°C.

A distribuição dos registros de temperatura ao longo da malha urbana demonstrou que as áreas densamente construídas, com intenso fluxo de pessoas e veículos, ausência ou pouca vegetação arbórea e elevada impermeabilização do solo, contribuíram para a gênese de ilhas de calor de forte magnitude, por outro lado, a proximidade e maior densidade de vegetação arbórea e o padrão de construção mais esparsa, distinto do Centro, fizeram com que os valores registrados fossem mais amenos e configurassem ilhas de frescor.

O mapeamento do contexto urbano através dos mapas de NDVI, cobertura e uso da terra e temperatura de superfície corroboram para o diagnóstico das ICU no espaço urbano de Coari, sendo que a temperatura de superfície se relacionou diretamente a cobertura não vegetada e de formação não florestal.

Portanto, o clima urbano enquanto sistema envolve uma ampla gama de processos que atuam na entrada e saída de energia e matéria, compreender os fatores que intensificam os efeitos no cotidiano é fundamental para colocar em evidência os conflitos da relação sociedade-natureza e também com o espaço produzido e reproduzido.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Amazonas (FAPEAM) por concessão de financiamento ao Projeto de Pesquisa Alterações Climáticas nas cidades do Médio Solimões- AM por meio do edital Primeiros Projetos;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela bolsa concedida.

## Referências

AGUIAR, Francisco Evandro Oliveira. **Análise climática da província petrolífera do Rio Urucu (AM):** Identificação de possíveis impactos no clima de uma área de floresta tropical sob processo de intervenção antrópica e seus reflexos em meso e macro escala. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ALEIXO, Natacha Cintia Regina; SILVA NETO, João Candido André. O campo térmico em área urbana na Amazônia brasileira: análise episódica na cidade de Tefé-AM. **Revista GeoUERJ**, n. 34, p. 1-22, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2019.40949>. Acesso em: 24 de nov. de 2021.

ALEIXO, Natacha Cintia Regina; SILVA NETO, João Cândido André; ALVES, Cristiano de Souza; FIGUEIRA FILHO, Almir. Ilhas de calor em Cidade de Pequeno Porte na Amazônia Brasileira: Análise de Uarini-AM. **Geoaraguaia**, v. 11, n. especial, p. 166-186, 2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/12072>. Acesso em: 26 de nov. de 2021.

ALMEIDA, Rayane Brito. Análise socioambiental da morbidade da malária em Manaus – AM. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal do Amazonas, 2019. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7388>. Acesso em: 26 de nov. 2021.

ALVES, Washington Silva. MARIANO, Zilda de Fátima. A influência dos fatores geocológicos e geourbanos no clima urbano de Iporá-GO: uma análise a partir dos métodos de correlação e regressão linear. **Revista brasileira de Climatologia**, v. 19, p. 319 – 334, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v19i0.39062>. Acesso em: 24 de nov. de 2021.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade; SANT’ ANNA NETO, João Lima; MONTEIRO, Ana. (Organizadores). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso.** São Paulo: Outras Expressões, 2013, 274p. (352 f.).

CORRÊA, Polari Batista; CANDIDO, Luiz Antonio; SOUZA, Rodrigo Augusto Ferreira; ANDREOLI, Rita Valéria; KAYANO, Mary Toshie. Estudo do Fenômeno da Ilha de Calor na Cidade de Manaus/AM: Um Estudo a Partir de Dados de Sensoriamento Remoto, Modelagem e Estações Meteorológicas. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 31, n. 2, p. 167 – 176, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-778631220150012>.

CPTEC/INPE. **Boletins Técnicos**. São José dos Campos, 2019. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 19 de fev. de 2021.

FIALHO, Edson Soares. Ilhas de calor: reflexões acerca de um conceito. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, p. 61-76, 2012. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/index.php/actageo/article/view/1094>. Acesso em: 24 de nov. de 2021.

IBGE. **@cidades**. V. 4, 3.4, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/coari/panorama>. Acesso em: 15 de out. 2020.

JAKOB, Alberto Augusto Eichman; YOUNG, Andrea Ferraz. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. XV ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS POPULACIONAIS, Belo Horizonte, 2006. **Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais**. Disponível em: <http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/1530>. Acesso em 25 de mai. de 2022.

LOPES, Jennifer da Silva Guimarães; ALEIXO, Natacha Cintia Regina; SILVA NETO, João Candido André. Amplitude térmica e magnitude das ilhas de calor em Tefé-AM, Brasil. **Boletim de Geografia Maringá**, v. 37, n. 1, p. 251-264, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v37i1.39233>. Acesso em 25 de nov. de 2021.

LUCENA, Andrews José de. Notas conceituais e metodológicas em clima urbano e ilhas de calor. **Revista Continentes (UFRRJ)**, n.2, p. 28-59, 2013. Disponível em: <https://www.revistacontinentes.com.br/index.php/continentes/article/view/17>. Acesso em 25 de nov. de 2021.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. Tese de livre-docência - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975. Disponível em: <https://www.abclima.ggf.br/publicacoes.php>. Acesso em: 22 de nov. de 2021.

MONTEIRO, José Carlos Ramos; ARIDE, Paulo Henrique Rocha; OLIVEIRA, Adriano Teixeira; SANTOS, Suelen Miranda dos Santos; PANTOJA-LIMA, Jackson; HEYER, Ligia Fonseca. Descrição da temperatura e umidade relativa do ar em diferentes localidades no bairro do Parque Dez - Manaus/AM. **Revista Biota Amazonia**, v. 4, n. 2, p. 20-27, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v4n2p20-27>. Acesso em: 25 de nov. de 2021.

SANT'ANNA NETO, João Lima. O clima urbano como construção social. **Revista brasileira de climatologia**, v. 8, p. 45-60 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v8i0.25794>. Acesso em: 22 de nov. de 2021.

SANTOS, Carlos Antônio Costa; LIMA, Jeane Rafaela Araújo. Análise dos efeitos da expansão urbana de Manaus/AM sobre parâmetros ambientais através de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge/article/view/232798>. Acesso em: 22 de nov. de 2021.

SOUZA, Diego Oliveira.; ALVALÁ, Regina Cécilia dos Santos. Observational evidence of the urban heat island of Manaus City, Brazil. **Meteorological Applications**, v. 21, p. 186–193, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/met.1340>. Acesso em: 15 de nov. de 2021

TARTARI, R.; MACHADO, N. G.; ANJOS, M. R.; CUNHA, J. M.; MUSIS, C. R.; NOGUEIRA, J. S.; BIUDES, M. S. Evaluation of biophysical indices from TM Landsat 5 images in heterogeneous landscape in Southwestern Amazon. **Revista Ambiente e Água**, v. 10, n. 4, p. 943-953, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambiente.1663>. Acesso em 15 de nov. de 2021.