UNIVERSIDADE ESTAUDAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: SISTEMAS DE PRODUÇÃO

CRISTHY WILLY DA SILVA ROMERO

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS COM ILHAS DE CALOR NA CIDADE DE ILHA SOLTEIRA-SP

Ilha Solteira
2016

CRISTHY WILLY DA SILVA ROMERO

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS COM ILHAS DE CALOR NA CIDADE DE ILHA SOLTEIRA-SP

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Orientadora: Profa. Dra. Marlene Cristina Alves

Co-orientador: Prof. Dr. Helio Ricardo Silva

Ilha Solteira
2016

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

R763u

Romero, Cristhy Willy da Silva.
Uso e ocupação do solo em áreas com ilhas de calor na cidade de Ilha Solteira- SP / Cristhy Willy da Silva Romero. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
144 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistema sde Produção, 2016

Orientador: Marlene Cristina Alves
Co-orientador: Helio Ricardo Silva
Inclui bibliografia

1. Ilhas de calor. 2. Geotecnologias. 3. Sensoriamento remoto. 4. Uso e ocupação do solo.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Uso e ocupação do solo em áreas com Ilhas de Calor na cidade de Ilha Solteira-SP

AUTOR: CRISTHY WILLY DA SILVA ROMERO
ORIENTADORA: MARLENE CRISTINA ALVES
COORIENTADOR: HELIO RICARDO SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. HELIO RICARDO SILVA
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. ARTUR PANTOJA MARQUES
Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. FABRICIO LOPES DE MACEDO
Departamento de Solos e Engenharia Rural / Universidade Federal da Paraíba

Ilha Solteira, 05 de setembro de 2016

Dedico este trabalho aos meus pais, Luis Romero Neto e Ana Rita da Silva Romero, por serem minha base fundamental e sempre me apoiarem em todas decisões tomadas.

Agradeço por todo o carinho, ensinamento, confiança e ajuda, sem medir esforços, para que eu alcançasse todos meus objetivos, sem eles esta realização não seria possível, pai e mãe, Muito Obrigado!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por tudo.

À minha orientadora, Professora Doutora **Marlene Cristina Alves**, *por aceitar como orientado, e por todos os ensinamentos passados, pela confiança e respeito durante nosso período de trabalho.*

Ao meu co-orientador, **Professor Doutor Helio Ricardo Silva**, *primeiramente por aceitar ser meu orientador de estágio em 2008, e hoje, co-orientador neste projeto, pela amizade, paciência, apoio e ensinamento em todos estes anos em que trabalhamos juntos,e as oportunidade de aprendizado profissional e pessoal. Agradeço pelo respeito, ao exemplo de profissionalismo, sempre mostrou como seguir com ética na carreira profissional, e principalmente pela confiança depositada em mim para a realização deste trabalho, considerada uma etapa muito importante da minha carreira.*

Ao Professor Doutor **Artur Pantoja Marques**, *e ao laboratório de Topografia, pela amizade e apoio para a realização deste trabalho.*

À CAPES, pela bolsa de estudo durante parte deste projeto.

Aos membros da banca, por aceitarem o convite e pelas sugestões que serão dadas para melhoria desta Dissertação.

À todos meus familiares e amigos, que estiveram presentes em minha vida durante a execução deste projeto.

“Stay hungry, stay foolish”

Mantenha faminto, mantenha bobo

(Steve Jobs)

RESUMO

Palavras-chave: Infravermelho termal. Sensoriamento remoto. Temperatura de superfície

Diariamente a temperatura vem aumentando a cada dia, esta mudança climática ocorre em sua maior parte em áreas urbanas, ocorrendo o fenômeno denominado Ilhas de Calor Urbana (ICU), onde a temperatura é mais alta no centro urbano do que suas áreas adjacentes, colocando risco à saúde da população local e gerando o desconforto térmico. O fenômeno ilha de calor urbana (ICU) em Ilha Solteira – SP, cidade de pequeno porte, foi estudado por meio da utilização de dados de sensoriamento remoto, com o objetivo de associar a temperatura de superfície a diferentes classes de uso e ocupação do solo, associados a dados climatológicos e a orientação de vertente, com imagens dos anos de 2013, 2014 e 2015. Para a realização deste trabalho foram utilizadas imagens de satélite captadas na região do infravermelho termal (TIRS/ Landsat-8) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) para processamento destas imagens para determinar a temperatura de superfície. As classes de uso e ocupação do solo nas áreas de maiores temperaturas, foram classificadas com base em imagem de alta resolução espacial, do satélite Pleiades. As diferentes classes de uso e ocupação do solo influenciaram diretamente na temperatura de superfície, constatando a pavimentação asfáltica e telhado cerâmico como principais influenciadores nas áreas identificadas com ilha de calor urbana.

ABSTRACT

Keywords: Thermal Infrared. Remote Sensing. Surface temperature

The urban heat island phenomenon (ICU) in Ilha Solteira - SP, Small Porte City, was studied through the use of remote sensing data, with the goal of linking a surface temperature one different land use classes, and associate climatological data and strand orientation, with images of 2013, 2014 and 2015. For this work were used satellite images captured in the region of thermal infrared (TIRS / Landsat-8) and Geographic Information Systems (GIS 's) paragraph of these image processing for determining the surface temperature. The land use classes and land use in areas largest temperatures were classified based on high spatial resolution image, Pleiades satellite. How Different use classes and occupation do directly influenced the soil on the surface temperature, noting an asphalt paving and ceramic roof as key influencers in areas identified with urban heat island.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informações espaciais do satélite Landsat 8 28
Tabela 2 - Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2013 36
Tabela 3 - Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2014 36
Tabela 4 - Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2015 37
Tabela 5 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 01/05/2013 45
Tabela 6 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 01/05/2013 45
Tabela 7 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 01/05/2013 46
Tabela 8 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 01/05/2013 46
Tabela 9 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 27/12/2013 49
Tabela 10 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 27/12/2013 49
Tabela 11 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 27/12/2013 51
Tabela 12 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 27/12/2013 51
Tabela 13 - Uso e ocupação do solo na Área 3, identificada na imagem de 27/12/2013 52
Tabela 14 - Orientação de Vertentes na Área 3, identificada na imagem de 27/12/2013 52
Tabela 15 - Uso e ocupação do solo na Área 4, identificada na imagem de 27/12/2013 53
Tabela 16 - Orientação de Vertentes na Área 4, identificada na imagem de 27/12/2013 53
Tabela 17 - Uso e ocupação do solo na Área 5, identificada na imagem de 27/12/2013 54
Tabela 18 - Orientação de Vertentes na Área 5, identificada na imagem de 27/12/2013 55
Tabela 19 - Uso e ocupação do solo na Área 6, identificada na imagem de 27/12/2013 55
Tabela 20 - Orientação de Vertentes na Área 6, identificada na imagem de 27/12/2013 56
Tabela 21 - Uso e ocupação do solo na Área 7, identificada na imagem de 27/12/2013 57
Tabela 22 - Orientação de Vertentes na Área 7, identificada na imagem de 27/12/2013 57
Tabela 23 - Uso e ocupação do solo na Área 10, identificada na imagem de 27/12/2013 58
Tabela 24 - Orientação de Vertentes na Área 10, identificada na imagem de 27/12/2013 58
Tabela 25 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 28/01/2014. 61
Tabela 26 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 28/01/2014 61
Tabela 27 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 28/01/2014 62
Tabela 28 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 28/01/2014 63
Tabela 29 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 17/03/2014 65
Tabela 30 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 17/03/2014 65
Tabela 31 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 17/03/2014 67
Tabela 32 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 17/03/2014 67
Tabela 33 - Uso e ocupação do solo na Área 3, identificada na imagem de 17/03/2014 68
Tabela 34 - Orientação de Vertentes na Área 3, identificada na imagem de 17/03/2014 68
Tabela 35 - Uso e ocupação do solo na Área 4, identificada na imagem de 17/03/2014 70
Tabela 36 - Orientação de Vertentes na Área 4, identificada na imagem de 17/03/2014 70
Tabela 37 - Uso e ocupação do solo na Área 5, identificada na imagem de 17/03/2014 71
Tabela 38 - Orientação de Vertentes na Área 5, identificada na imagem de 17/03/2014 72
Tabela 39 - Uso e ocupação do solo na Área 6, identificada na imagem de 17/03/2014 73
Tabela 40 - Orientação de Vertentes na Área 6, identificada na imagem de 17/03/2014 73
Tabela 41 - Uso e ocupação do solo na Área 7, identificada na imagem de 17/03/2014 74
Tabela 42 - Orientação de Vertentes na Área 7, identificada na imagem de 17/03/2014 75
Tabela 43 - Uso e ocupação do solo na Área 8, identificada na imagem de 17/03/2014 75
Tabela 44 - Orientação de Vertentes na Área 8, identificada na imagem de 17/03/2014 76
Tabela 45 - Uso e ocupação do solo na Área 9, identificada na imagem de 17/03/2014 77
Tabela 46 - Orientação de Vertentes na Área 9, identificada na imagem de 17/03/2014 77

Tabela 47 - Uso e ocupação do solo na Área 10, identificada na imagem de 17/03/2014 78
Tabela 48 - Orientação de Vertentes na Área 10, identificada na imagem de 17/03/2014 79
Tabela 49 - Uso e ocupação do solo na Área 11, identificada na imagem de 17/03/2014 80
Tabela 50 - Orientação de Vertentes na Área 11, identificada na imagem de 17/03/2014 80
Tabela 51 - Uso e ocupação do solo na Área 12, identificada na imagem de 17/03/2014 81
Tabela 52 - Orientação de Vertentes na Área 12, identificada na imagem de 17/03/2014 81
Tabela 53 - Uso e ocupação do solo na Área 13, identificada na imagem de 17/03/2014 82
Tabela 54 - Orientação de Vertentes na Área 13, identificada na imagem de 17/03/2014 82
Tabela 55 - Uso e ocupação do solo na Área 14, identificada na imagem de 17/03/2014 83
Tabela 56 - Orientação de Vertentes na Área 14, identificada na imagem de 17/03/2014 84
Tabela 57 - Uso e ocupação do solo na Área 15, identificada na imagem de 17/03/2014 85
Tabela 58 - Orientação de Vertentes na Área 15, identificada na imagem de 17/03/2014 85
Tabela 59 - Uso e ocupação do solo na Área 16, identificada na imagem de 17/03/2014 86
Tabela 60 - Orientação de Vertentes na Área 16, identificada na imagem de 17/03/2014 86
Tabela 61 - Uso e ocupação do solo na Área 17, identificada na imagem de 17/03/2014. 87
Tabela 62 - Orientação de Vertentes na Área 17, identificada na imagem de 17/03/2014 87
Tabela 63 - Uso e ocupação do solo na Área 18, identificada na imagem de 17/03/2014 88
Tabela 64 - Orientação de Vertentes na Área 18, identificada na imagem de 17/03/2014 89
Tabela 65 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 02/04/2014 91
Tabela 66 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 02/04/2014 92
Tabela 67 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 02/04/2014 93
Tabela 68 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 02/04/2014 93
Tabela 69 - Uso e ocupação do solo na Área 3, identificada na imagem de 02/04/2014 94
Tabela 70 - Orientação de Vertentes na Área 3, identificada na imagem de 02/04/2014 94
Tabela 71 - Orientação de Vertentes na Área 4, identificada na imagem de 02/04/2014 95
Tabela 72 - Orientação de Vertentes na Área 4, identificada na imagem de 02/04/2014 95
Tabela 73 - Uso e ocupação do solo na Área 5, identificada na imagem de 02/04/2014 96
Tabela 74 - Orientação de Vertentes na Área 5, identificada na imagem de 02/04/2014 96
Tabela 75 - Uso e ocupação do solo na Área 6, identificada na imagem de 02/04/2014 97
Tabela 76 - Orientação de Vertentes na Área 6, identificada na imagem de 02/04/2014 98
Tabela 77 - Uso e ocupação do solo na Área 7, identificada na imagem de 02/04/2014 99
Tabela 78 - Orientação de Vertentes na Área 7, identificada na imagem de 02/04/2014 99
Tabela 79 - Uso e ocupação do solo na Área 8, identificada na imagem de 02/04/2014 100
Tabela 80 - Orientação de Vertentes na Área 8, identificada na imagem de 02/04/2014 100
Tabela 81 - Uso e ocupação do solo na Área 9, identificada na imagem de 02/04/2014 101
Tabela 82 - Orientação de Vertentes na Área 9, identificada na imagem de 02/04/2014 101
Tabela 83 - Uso e ocupação do solo na Área 10, identificada na imagem de 02/04/2014 102
Tabela 84 - Orientação de Vertentes na Área 10, identificada na imagem de 02/04/201 102
Tabela 85 - Uso e ocupação do solo na Área 11, identificada na imagem de 02/04/2014 103
Tabela 86 - Orientação de Vertentes na Área 11, identificada na imagem de 02/04/2014 103
Tabela 87 - Uso e ocupação do solo na Área 12, identificada na imagem de 02/04/2014 104
Tabela 88 - Orientação de Vertentes na Área 12, identificada na imagem de 02/04/2014 104
Tabela 89 - Uso e ocupação do solo na Área 13, identificada na imagem de 02/04/2014 105
Tabela 90 - Orientação de Vertentes na Área 13, identificada na imagem de 02/04/2014 105
Tabela 91 - Uso e ocupação do solo na Área 14, identificada na imagem de 02/04/2014 106
Tabela 92 - Orientação de Vertentes na Área 14, identificada na imagem de 02/04/2014 106
Tabela 93 - Uso e ocupação do solo na Área 15, identificada na imagem de 02/04/2014 107
Tabela 94 - Orientação de Vertentes na Área 15, identificada na imagem de 02/04/2014 107

Tabela 95 - Uso e ocupação do solo na Área 16, identificada na imagem de 02/04/2014 108
Tabela 96 - Orientação de Vertentes na Área 16, identificada na imagem de 02/04/2014 108
Tabela 97 - Orientação de Vertentes na Área 17, identificada na imagem de 02/04/2014 109
Tabela 98 - Uso e ocupação do solo na Área 17, identificada na imagem de 02/04/2014 109
Tabela 99 - Uso e ocupação do solo na Área 18, identificada na imagem de 02/04/2014 110
Tabela 100 - Orientação de Vertentes na Área 18, identificada na imagem de 02/04/2014 110
Tabela 101 - Uso e ocupação do solo na Área 19, identificada na imagem de 02/04/2014 111
Tabela 102 - Orientação de Vertentes na Área 19, identificada na imagem de 02/04/2014 111
Tabela 103 - Uso e ocupação do solo na Área 20, identificada na imagem de 02/04/2014 112
Tabela 104 - Orientação de Vertentes na Área 20, identificada na imagem de 02/04/2014 112
Tabela 105 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 30/12/2014 115
Tabela 106 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 30/12/2014 115
Tabela 107 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 30/12/2014 116
Tabela 108 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 30/12/2014 116
Tabela 109 - Uso e ocupação do solo na Área 3, identificada na imagem de 30/12/2014 117
Tabela 110 - Orientação de Vertentes na Área 3, identificada na imagem de 30/12/201 117
Tabela 111 - Uso e ocupação do solo na Área 4, identificada na imagem de 30/12/2014 118
Tabela 112 - Orientação de Vertentes na Área 4, identificada na imagem de 30/12/2014 118
Tabela 113 - Uso e ocupação do solo na Área 5, identificada na imagem de 30/12/2014 119
Tabela 114 - Orientação de Vertentes na Área 5, identificada na imagem de 30/12/2014 119
Tabela 115 - Uso e ocupação do solo na Área 6, identificada na imagem de 30/12/2014 120
Tabela 116 - Orientação de Vertentes na Área 6, identificada na imagem de 30/12/2014 120
Tabela 117 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 07/02/2015 123
Tabela 118 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 07/02/2015 123
Tabela 119 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 07/02/2015 124
Tabela 120 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 07/02/2015 124
Tabela 121 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 07/02/2015 125
Tabela 122 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 07/02/2015 125
Tabela 123 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 14/10/2015 128
Tabela 124 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 14/10/2015 128
Tabela 125 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 14/10/2015 129
Tabela 126 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 14/10/2015 129
Tabela 127 - Uso e ocupação do solo na Área 3, identificada na imagem de 14/10/2015 130
Tabela 128 - Orientação de Vertentes na Área 3, identificada na imagem de 14/10/2015 130
Tabela 129 - Uso e ocupação do solo na Área 4, identificada na imagem de 14/10/2015 131
Tabela 130 - Orientação de Vertentes na Área 4, identificada na imagem de 14/10/2015 131
Tabela 131 - Uso e ocupação do solo na Área 5, identificada na imagem de 14/10/2015 132
Tabela 132 - Orientação de Vertentes na Área 5, identificada na imagem de 14/10/2015 132
Tabela 133 - Uso e ocupação do solo na Área 6, identificada na imagem de 14/10/2015 133
Tabela 134 - Orientação de Vertentes na Área 6, identificada na imagem de 14/10/2015 133
Tabela 135 - Uso e ocupação do solo na Área 7, identificada na imagem de 14/10/2015 134
Tabela 136 - Orientação de Vertentes o na Área 7, identificada na imagem de 14/10/2015 134
Tabela 137 - Uso e ocupação do solo na Área 8, identificada na imagem de 14/10/2015 135
Tabela 138 - Orientação de Vertentes na Área 8, identificada na imagem de 14/10/2015 135

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perfil da ilha de calor urbana 23
Figura 2 - Espectro eletromagnético 27
Figura 3 - Mapa de localização da área urbana de Ilha Solteira – SP 35
Figura 4 - Comparação de imagem bruta (A) e imagem fusionada (B) 39
Figura 5 - Delimitação da área urbana e área de entorno 41
Figura 6 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 01/05/2013 44
Figura 7 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 01/05/2013 45
Figura 8 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 01/05/2013 46
Figura 9 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 27/12/2013 48
Figura 10 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 27/12/2013 49
Figura 11 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 27/12/2013 50
Figura 12 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 3, na imagem de 27/12/2013. 52
Figura 13 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 4, na imagem de 27/12/2013 53
Figura 14 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 5, na imagem de 27/12/2013 54
Figura 15 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 6, na imagem de 27/12/2013 55
Figura 16 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 7, na imagem de 27/12/2013 56
Figura 17 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 8, na imagem de 27/12/2013 57
Figura 18 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 28/01/2014 60
Figura 19 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 28/01/2014 61
Figura 20 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 28/01/2014 62
Figura 21 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 17/03/2014 64
Figura 22 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 17/03/2014 65
Figura 23 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 17/03/2014 66
Figura 24 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 3, na imagem de 17/03/2014 68
Figura 25 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 4, na imagem de 17/03/2014 69
Figura 26 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 5, na imagem de 17/03/2014 71
Figura 27 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 6, na imagem de 17/03/2014 72
Figura 28 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 7, na imagem de 17/03/2014 74
Figura 29 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 8, na imagem de 17/03/2014 75

Figura 30 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 9, na imagem de 17/03/2014 76
Figura 31 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 10, na imagem de 17/03/2014 78
Figura 32 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 11, na imagem de 17/03/2014 79
Figura 33 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 12, na imagem de 17/03/2014 80
Figura 34 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 13, na imagem de 17/03/2014 82
Figura 35 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 14, na imagem de 17/03/2014 83
Figura 36 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 15, na imagem de 17/03/2014 84
Figura 37 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 16, na imagem de 17/03/2014 85
Figura 38 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 17, na imagem de 17/03/2014 86
Figura 39 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 17, na imagem de 17/03/2014 88
Figura 40 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 02/04/2014 90
Figura 41 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 02/04/2014 91
Figura 42 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 02/04/2014 92
Figura 43 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 3, na imagem de 02/04/2014 93
Figura 44 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 4, na imagem de 02/04/2014 94
Figura 45 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 5, na imagem de 02/04/2014 96
Figura 46 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 6, na imagem de 02/04/2014 97
Figura 47 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 7, na imagem de 02/04/2014 98
Figura 48 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 8, na imagem de 02/04/2014 99
Figura 49 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 9, na imagem de 02/04/2014 100
Figura 50 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 10, na imagem de 02/04/2014 101
Figura 51 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 11, na imagem de 02/04/2014 103
Figura 52 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 12, na imagem de 02/04/2014 104
Figura 53 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 13, na imagem de 02/04/2014 105
Figura 54 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 14, na imagem de 02/04/2014 106

Figura 55 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 15, na imagem de 02/04/2014 107
Figura 56 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 16, na imagem de 02/04/2014 108
Figura 57 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 17, na imagem de 02/04/2014 109
Figura 58 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 18, na imagem de 02/04/2014 110
Figura 59 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 19, na imagem de 02/04/2014 111
Figura 60 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 20, na imagem de 02/04/2014 112
Figura 61 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 30/12/2014 114
Figura 62 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 30/12/2014 115
Figura 63 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 30/12/2014 116
Figura 64 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 3, na imagem de 30/12/2014 117
Figura 65 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 4, na imagem de 30/12/2014 118
Figura 66 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 5, na imagem de 30/12/2014 119
Figura 67 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 6, na imagem de 30/12/2014 120
Figura 68 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 07/02/2015 122
Figura 69 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 07/02/2015 123
Figura 70 -. Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 07/02/2015 124
Figura 71 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 3, na imagem de 07/02/2015 125
Figura 72 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 14/10/2015 126
Figura 73 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 14/10/2015 127
Figura 74 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 14/10/2015 128
Figura 75 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 3, na imagem de 14/10/2015 129
Figura 76 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 4, na imagem de 14/10/2015 130
Figura 77 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 5, na imagem de 14/10/2015 131
Figura 78 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 6, na imagem de 14/10/2015 132
Figura 79 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 7, na imagem de 14/10/2015 133
Figura 80 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 8, na imagem de 14/10/2015 134

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASF	Asfalto
DOS	Dark Object Substraction
E	Leste
ICU	Ilha de Calor Urbana
N	Norte
NE	Nordeste
NW	Noroeste
PC	Pavimentos cimentados
S	Sul
SE	Solo exposto
SE	Sudeste
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SW	Sudoeste
TA	Telhado de amianto
TC	Telhado de cimento
TCA	Telhado cerâmico e asfalto
TCL	Telhado cerâmico e lajotas
TM	Telhado de Metal
TS	Temperatura de Superfície
VA	Vegetação arbórea
VH	Vegetação herbácea
W	Oeste

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 19

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 21

2.1 Processo de urbanização e a climatologia urbana 21

2.2 Ilhas de calor 22

2.3 Geotecnologias 25

2.4 Sensoriamento Remoto 26

2.5 Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) 29

2.6 Temperatura de Superfície 30

2.7 Uso e ocupação do solo 31

2.8 Vegetação urbana 32

2.9 Orientação de vertentes 33

3. MATERIAL E MÉTODOS 34

3.1 Área de estudo 34

3.2 Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) e AutoCAD 35

3.3 Aquisição de Imagens 35

3.4 Ortorretificação da Imagem Pleiades 37

3.5 Correção Atmosférica 38

3.6 Fusão de Imagens 39

3.7 Temperatura de superfície (Ts) 39

3.8 Identificação das áreas com Ilha de Calor Urbana (ICU) 40

3.9 Vetorização das áreas com Ilha de Calor Urbana (ICU) 41

3.10 Orientação de Vertentes 42

3.11 Dados climatológicos 43

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 43

4.1 Ilha de Calor Urbana em 01/05/2013 43

4.2 Ilha de Calor Urbana em 27/12/2013 47

4.3 Ilha de Calor Urbana em 28/01/2014 58

4.4 Ilha de Calor Urbana em 17/03/2014 63

4.5 Ilha de Calor Urbana em 02/04/2014 89

4.6 Ilha de Calor Urbana em 30/12/2014 113

4.7 Ilha de Calor Urbana em 07/02/2015 121

4.8 Ilha de Calor Urbana em 14/10/2015 125

5. CONCLUSÃO 136

REFERÊNCIAS 137

1. INTRODUÇÃO

A cidade é um espaço extremamente dinâmico, onde ocorrem interações entre a sociedade e a natureza. Ao longo do tempo, com os diversos modos de produção aplicados por seus habitantes e as modificações quanto ao uso e ocupação do solo, as cidades vêm manifestando sérios problemas de ordem socioambientais, como a inversão térmica comum em centros urbanos industrializados e o fenômeno das ilhas de calor, presentes em regiões centrais das cidades (SOUZA, 2014).

Dentre os principais impactos causados pela urbanização, destacam-se a diminuição de áreas verdes, que são substituídas por materiais sintéticos (principalmente asfalto e concreto) utilizados nas construções e na pavimentação (HU & JIA, 2010).

Desta forma, as mudanças no uso e ocupação do solo são um dos grandes causadores de diferentes impactos ambientais de ordem social e/ou econômicas. Entres esses impactos destaca-se a alterações da temperatura de superfície, devido a sua influência no equilíbrio e distribuição da energia à superfície. Configurando, assim interferência no solo, vegetação e na paisagem local (PEREIRA et al., 2016).

As modificações das superfícies naturais para a superfície sintética, efeitos da urbanização, promovem um aumento na temperatura local, principalmente em áreas pavimentadas e com adensamento de construções, gerando um fenômeno conhecido como Ilha de Calor Urbana (ICU).

As ilhas de calor são identificadas quando há diferença de temperatura na área urbana quando comparada com suas áreas de entorno.

As ilhas de calor causam vários impactos negativos, pois afetam muitas pessoas de várias maneiras, não causando apenas pequenos desconfortos adicionais; suas temperaturas mais elevadas, a falta de sombra e seu papel no aumento da poluição do ar, têm sérios efeitos sobre a mortalidade e saúde da população (GARTLAND, 2010).

Para estudos destes impactos ambientais ocorridos, as imagens espaciais mostram-se como uma importante ferramenta nesse processo, devido a sua alta capacidade de cobertura espacial. As metodologias para o sensoriamento remoto (SR) permitem a caracterização das propriedades físico-químicas de alvos naturais, através da detecção, registro e análise de fluxo de energia radiante. Assim, se apresenta como uma valiosa ferramenta para estimar a

temperatura da superfície, já que permite analisar fenômenos e transformações ambientais que possam alterar a temperatura da superfície terrestre (ROSA, 2003).

Os sensores remotos são mais adequados para avaliar a ICU diurna, uma vez que capturam a temperatura e outras características físicas (tais como albedo e emissividade) de um conjunto de superfícies heterogêneas dentro da área urbana, como, por exemplo, telhado, vegetação, pavimento, solo exposto e corpos de água, a partir da resposta espectral destas superfícies (GAMARRA et al., 2013).

O objetivo deste trabalho, foi realizar a identificação das ilhas de calor urbana em um município de pequeno porte, Ilha Solteira – SP, verificando a relação de suas ocorrências com as classes de uso e ocupação do solo, associados a dados climatológicos e orientação de vertente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Processo de urbanização e a climatologia urbana

O processo de urbanização promove fortes impactos no clima local, pois provoca o aumento da temperatura do ar e consequentemente o desconforto térmico, o que resulta na queda da qualidade de vida da população.

LIMA (2012) afirma que, o crescimento das cidades, conjuntamente ao das populações urbanas, introduz novos elementos físicos e químicos na atmosfera, alterando as condições naturais precedentes e originando o clima urbano. Esta afirmação corrobora com SANTANA (2014), onde, o clima das cidades são os mais afetados por anomalias climáticas.

HONORATO et al. (2012), aponta que as cidades no presente sofrem com o processo de urbanização sedimentado de forma desordenada, uma vez que têm criado significativas interferências no meio, expondo a população à vulnerabilidade socioambiental, sobretudo aos fatores de ordem climática.

Para SAYDELLES (2005), o conhecimento das feições de uma área é de extrema importância nos estudos climáticos, porque em pequenas distâncias dentro da própria estrutura interna das cidades existem significativas diferenças de microclima, oriundos da morfologia do solo, presença ou não de vegetação e principalmente ocasionada pela ocupação e pavimentação do solo, gerando alterações térmicas que comprometem a qualidade de vida e o conforto térmico das cidades.

Segundo MASHIKI (2013), uso de materiais altamente refletivos alteram o comportamento da radiação solar incidente na área urbana, resultando em inúmeros microclimas, como as ilhas de calor. As ilhas de calor são anomalias térmicas caracterizadas pela elevação de temperatura em determinadas áreas e podem ser observadas em várias escalas.

GARTLAND (2010), afirma que ilhas de calor são formadas em áreas urbanas e suburbanas, porque muitos materiais de construção comuns absorvem e retém mais calor do sol do que materiais naturais em áreas rurais. O calor antropogênico, ou produzido pelo homem, menores velocidades do vento e a poluição do ar em áreas urbanas também contribuem para a formação de ilhas de calor.

Dentre as características de urbanização que contribuem para desenvolvimento de ICU destacam-se a geometria (KRUGER et al., 2011), que se refere às dimensões e ao espaçamento das edificações dentro da cidade, que, afeta o escoamento do vento, a absorção de energia e a habilidade da superfície em emitir radiação de onda longa para o espaço (COSTA, et al., 2010).

O efeito da ilha de calor é mais intenso em dias calmos e claros, uma vez que mais energia solar é capturada em dias claros, e ventos mais brandos removem o calor de maneira mais vagarosa, fazendo com que a ilha de calor se torne mais intensa (GARTLAND, 2010).

2.2 Ilhas de calor

As ilhas de calor são formadas em áreas urbanas e suburbanas, devido os materiais de construção absorverem e reterem maior calor do sol, quando comparado aos materiais naturais presentes em áreas que não sofreram processo de urbanização. De acordo com MASHIKI (2012), a ICU configura-se como um fenômeno decorrente do balanço de energia no espaço urbano, que se caracteriza através do acúmulo de calor nas superfícies e consequente elevação da temperatura do ar. É um “oásis inverso”, onde o ar e as temperaturas de superfície são mais quentes do que em áreas rurais circundantes. (GARTLAND, 2010).

As ilhas se configuram em “bolsões” de ar quente, em que a temperatura interna nestas áreas é mais elevada do que nas áreas circunvizinhas (ORTIZ & AMORIM, 2011).

Segundo NAKATA-OSAKI et al. (2016), as temperaturas do ar e as de superfícies das áreas urbanas tendem a ser mais elevadas do que as temperaturas das áreas rurais circundantes, devido as características da urbanização, como poluição do ar, calor antropogênico, superfícies impermeáveis, propriedades térmicas dos materiais e a geometria das superfícies.

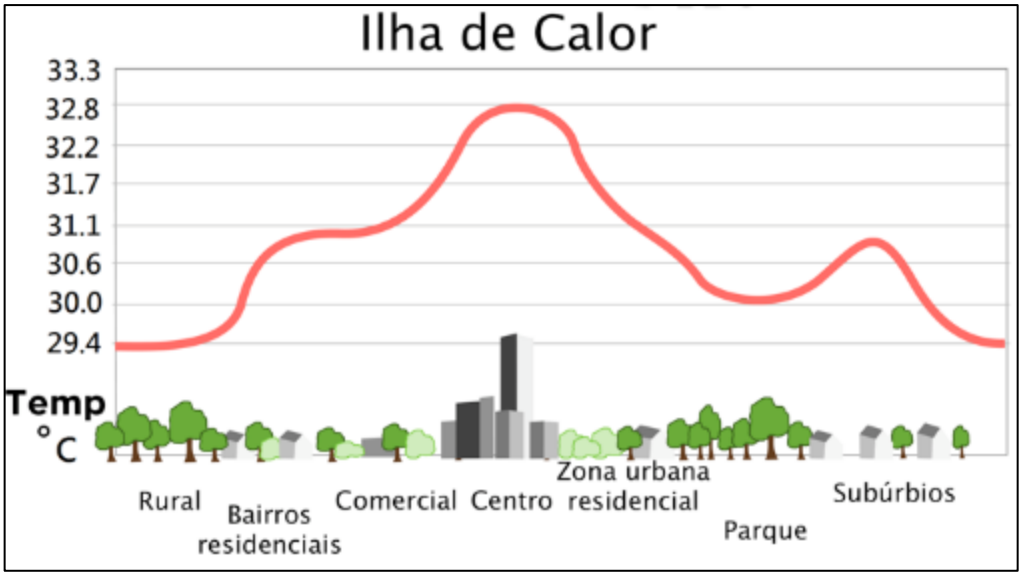
As principais causas da ilha de calor urbano da atmosfera urbana inferior são: geometria urbana, poluição do ar, emissão de calor a partir dos edifícios, tráfego e metabolismo dos organismos vivos, cobertura do solo e materiais de construção (BARROS et al., 2012).

Estas características contribuem para as alterações de trocas de energia e condições térmicas provocando a formação de ICU (OKE, 1982). Assim a ICU habitualmente é retratada como aumento da temperatura dos ambientes urbanos em relação aos seus arredores (BARROS & LOMBARDO, 2016).

O parâmetro mais importante que caracteriza a ilha de calor é sua amplitude, que geralmente evolui mediante a diferença máxima observada, em um momento determinado,

entre a temperatura de um ponto da cidade, densamente construído, e outro em seu entorno ou no ambiente rural (AMORIM et al., 2009), conforme Figura 1.

Figura 1 - Perfil da ilha de calor urbana



Fonte: EPA, 2016

A amplitude térmica entre a área urbana e a área rural, pode variar de 1 a 3ºC, caracterizando a ilha de calor, afetando a comunidade local, desde o aumento da demanda de energia elétrica, até o agravamento de doenças, comprometendo assim, a qualidade de vida da população (EPA, 2016).

JESUS & LOMBARDO (2012) através de entrevistas de campo, e do contato direto com a população, identificaram que, a ocorrência de doenças respiratórias, agitação, estresse, desgaste físico, cansaço, dores de cabeça, irritação da garganta, resfriados, desidratação, pressão baixa entre outros, estão relacionados como fenômeno Ilha de Calor e altas concentrações de poluição na Subprefeitura da Sé.

De acordo com GARCÍA (1996), a classificação das ilhas de calor varia de: fraca magnitude quando as diferenças entre os pontos oscilam entre 0º e 2ºC, média magnitude entre 2º e 4ºC, forte entre 4º e 6ºC e muito forte quando as diferenças ultrapassam os 6ºC.

Entretanto, LOMBARDO (1985), constatou na cidade de São Paulo, uma amplitude térmica na ordem de 10ºC entre a área urbana e rural. Em cidade de médio porte como Birigui (SP), AMORIM et al. (2009), observou uma amplitude de 6,2°C. COSTA et al. (2010) estudando ocorrência de ICU em Ilha Solteira (SP), cidade de pequeno porte, constatou na estação do verão, uma amplitude térmica de até 7°C. Estes estudos mostram que as ilhas de

calor, não apresentam um padrão definido de amplitude térmica, podendo variar em cada município, onde diversos fatores como uso e ocupação, morfologia, condições meteorológicas, vão interferir de maneiras diferentes.

A ICU é o exemplo melhor documentado de uma modificação climática induzida pelo homem (OKE, 1987), ocorre em todas as cidades e é o resultado cumulativo de modificações na cobertura do solo e na composição da atmosfera, devida ao desenvolvimento urbano e as atividades antrópicas (ALCOFORADO et al., 2005).

Os transtornos causados pelas IC são diversos, principalmente relacionados à saúde da população sendo alguns deles: proliferação de agentes transmissores de doenças, enfermidades cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratórias, problemas de cataratas na visão e o câncer de pele (MENDONÇA, 2003).

Também podem ocorrer ilhas de calor em áreas rurais, se estiverem degradadas, secas, mas elas podem não ocorrer em áreas urbanas, se estiverem adequadamente arborizadas e com água disponível no solo para a evapotranspiração (PRIMAVESI et al, 2007).

FIALHO & AZEVEDO (2009), afirmam que ilha de calor pode ser dividida em três tipos:

- Ilha de calor atmosférica, que leva em consideração diferença entre os tipos de uso e cobertura da terra, além da topografia e localização da área, mais evidente no período noturno, é medida através da temperatura do ar em transectos móveis ou pontos fixos;
- Ilha de calor Vertical, é um modelo proposto por OKE (1981), dividida em camada intraurbana (UCL- Urban Canopy Layer) e camada limite urbano (UBL- Urban Boundary Layer). A camada intraurbana estende-se desde a superfície até o nível dos telhados das edificações. É detectado em microescala. Já a camada limite urbano estende-se acima do nível dos telhados, verificada em mesoescala, dependente das características da rugosidade urbana, velocidade dos ventos, poluição.
- Ilha de calor de Superfície tem como principal ferramenta o uso dos recursos do sensoriamento remoto que resulta na estimativa da temperatura de superfície.

COSTA et al. (2010), analisou diferenças entre a temperatura de superfície no município de Ilha Solteira - SP, a variação térmica foi constatada entre as diferentes classes de uso e ocupação do solo na área urbana, onde a classe vegetação apresentou menores temperaturas e áreas pavimentadas e com edificações apresentaram maior amplitude térmica.

Vários estudos abordando as ilhas de calor urbanas foram realizados em áreas metropolitanas (LOMBARDO, 1985), onde foi constatado a diferença de temperatura entre a área urbana e rural, em São Paulo, na ordem de 10ºC, cidades médias, porém cidades e médio e pequeno porte, tem sido alvo de estudos da ocorrência do efeito ICU, como é o caso de SANTOS (2005), FIALHO (2009), AMORIM (2009), COSTA (2010), que avaliaram a ocorrência de ICU em cidades de médio e pequeno porte, verificando a ocorrência do fenômeno também para estas categorias de cidades, porém, não apresentam um padrão de amplitude térmica definido, podendo variar para cada município, onde é considerado diversos fatores, como uso e ocupação, morfologia, condições meteorológicas.

2.3 Geotecnologias

Devido ao desenvolvimento marcante das Geotecnologias (Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto) estudos agrícolas e ambientais vêm ampliando seu espaço dentro da pesquisa, de acordo com CATELANI et al. (2003), essas técnicas constituem hoje, um importante conjunto de ferramentas aplicáveis ao planejamento geográfico, bem como para a obtenção de dados a serem utilizados no planejamento e zoneamento, tanto em níveis regionais quanto municipais.

De acordo com EUGENIO (2011), as metodologias que tem como base principal a Geotecnologia, vem se destacando por ser alternativas viáveis na redução significativa de tempo gasto com mapeamento de áreas, assim, agilizando o período hábil de fiscalização do cumprimento das leis vigentes. A geotecnologia se mostra viável também pelo fornecimento de imagens gratuito, apresentando possibilidades de análises a baixo custo financeiro.

Com a utilização da geotecnologia é possível adquirir conhecimentos sobre a realidade urbana, e acompanhamento de suas áreas, possibilitando estudos e possíveis tomadas de decisões com bases em informações locais, obtidas espacialmente.

CORRÊA et al. (2016), afirma que os avanços tecnológicos do sensoriamento remoto contribuíram para o aprimoramento dos estudos do fenômeno denominado ilha de calor, devido a melhorias consideráveis na resolução espacial, espectral e temporal dos dados.

Nas últimas décadas, o sensoriamento remoto aplicado em estudos de clima urbano vem destacando-se, pois, além de possuir alta resolução espacial e oferecer visões de diferentes escalas, permite a utilização de dados espectrais localizados na região do infravermelho termal dentro da janela atmosférica. Isto faz como que os sensores que operem nesta região possam ter seus dados convertidos, após sofrerem correção dos efeitos atmosféricos e da superfície (emissividade), em temperatura da superfície (COSTA et al., 2010), considerado um parâmetro de importância fundamental para o estudo da climatologia urbana (VOOGT & OKE, 2003).

2.4 Sensoriamento Remoto

Atualmente a utilização do sensoriamento remoto vem ganhando espaço em diversos níveis de pesquisa na área ambiental e agronômica, devido à disponibilidade de imagens com médias e altas resoluções, que auxiliam na tomada de decisões de maneira bastante eficaz (MASHIKI, 2012).

De acordo com BORGES et al. (2015), a evolução do sensoriamento remoto, marcada por sensores cada vez mais confiáveis e temáticos. O sensoriamento remoto, é atualmente bastante utilizado para proporcionar uma dimensão cartográfica e numérica das ilhas de calor (MINAKI & AMORIM, 2012)

LIU & ZHANG (2011), analisando a ocorrência de ICU em Hong Kong, afirmaram que a obtenção de temperatura de superfície através da utilização de sensoriamento remoto tem sido amplamente utilizada, devido suas vantagens, como, imagens de alta resolução e cobertura em grande escala.

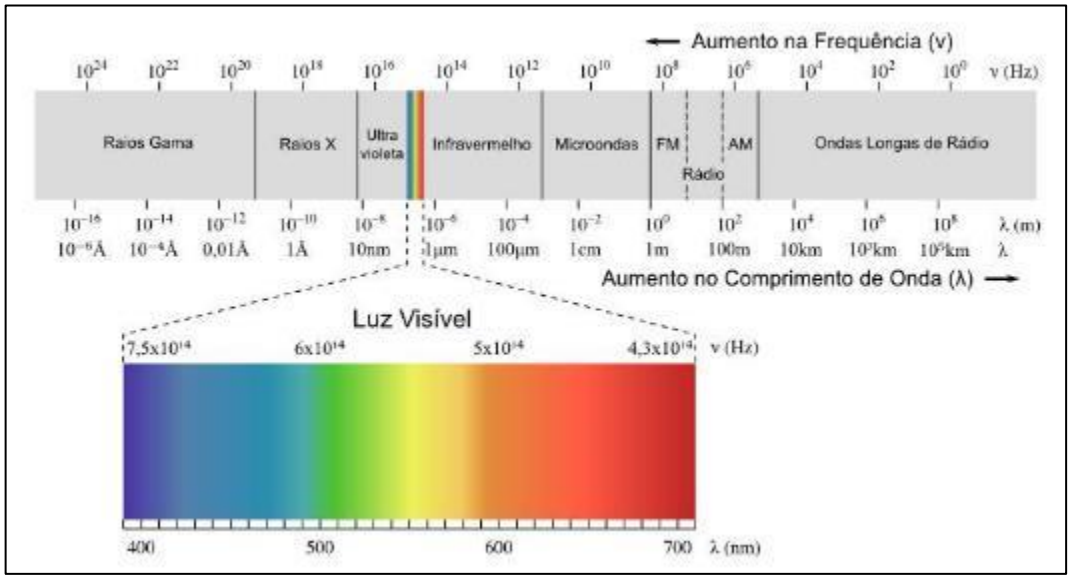
Nas últimas décadas, o sensoriamento remoto aplicado em estudos de clima urbano vem destacando-se, pois, além de possuir alta resolução espacial e oferecer visões em diferentes escalas, permite a utilização de dados espectrais localizados na região do infravermelho termal dentro da janela atmosférica. Os sensores que operam na região do termal, podem ter seus dados convertidos em temperatura da superfície, após a efetivação das correções dos efeitos atmosféricos e da superfície (emissividade), (WENG & YANG, 2004), a qual é um parâmetro de importância fundamental para o estudo da climatologia urbana (VOOGT & OKE, 2003).

O sensoriamento remoto integrado a um sistema de informação geográfica contribui para trazer a ecologia das paisagens para uma dimensão analítica. (VASCONCELOS et al., 2006), desenvolvendo modelos digitais de áreas, afim de identificar causadores de determinadas

degradações, causadas por fenômenos naturais ou ações antrópicas, para a solução de tais problemas.

O conjunto de diferentes tipos de radiação eletromagnética constitui o espectro eletromagnético que é ordenado de acordo com o comprimento de onda, medido normalmente em micrômetros (μm), sendo divido em três faixas (bandas) em função das características de cada região: faixa do ultravioleta (UV), visível (VIS) e infravermelho próximo (IVP) (FERREIRA, 2006).

Figura 2 - Espectro eletromagnético



Fonte: Moreira (2005)

A utilização de dados de sensoriamento remoto captados na região do infravermelho termal permite a realização de estudos do comportamento térmico das diferentes tipologias de cobertura do solo pelo fornecimento de informações relativas à temperatura aparente da superfície (*Land Surface Temperature* – LST) (BARBOSA & VECCHIA, 2009).

Os sensores remotos são mais adequados para avaliar a ICU diurna, uma vez que capturam a temperatura e outras características físicas (tais como albedo e emissividade) de um conjunto de superfícies heterogêneas dentro da área urbana, como, por exemplo, telhado, vegetação, pavimento, solo exposto e corpos de água, a partir da resposta espectral destas superfícies (GAMARRA et al., 2013).

De acordo com EL-MAGD & ZANATY (2016), com os avanços dos sensores de sensoriamento remoto, foi permitido a obtenção da temperatura de superfície através dessas técnicas. Os mesmos autores afirmam que a ICU tem forte relação com as mudanças dos

padrões de uso e ocupação do solo, especialmente devido as mudanças associadas a expansão urbana.

O sensoriamento remoto térmico tem sido usado em áreas urbanas para avaliar a ilha de calor urbano, assim como realizar classificações de coberturas do solo e como entrada para modelos de superfície de troca atmosférica urbana (ROCHA et al., 2013).

ALMUTAIRI (2015), afirma que tem sido eficaz a utilização de imagens do satélite Landsat 8 na extração ilha de calor urbana.

O satélite Landsat 8 é o mais recente da sua série. Lançado em 11 de fevereiro de 2013 pela NASA, na base aérea de Vandenberg no estado da Califórnia, opera a uma altitude de 705km, numa orbita heliosincrona com inclinação de 98,2° (ligeiramente retrógrada), semelhante às orbitas das ´series Landsat 5 e 7. A sua passagem ocorre na linha do equador às 10:00 (USGS, 2016).

A cobertura das imagens do satélite Landsat 8 ocorre praticamente em todo o globo, exceto para as mais altas latitudes polares, sua resolução temporal é de 16 dias, o tamanho da cena captada é de aproximadamente 170 km ao norte-sul por 183 km a leste-oeste.

De acordo com USGS (2016), a plataforma opera com dois instrumentos imageadores, *Operational Land Imager* (OLI) e *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). O instrumento OLI possui 9 bandas espectrais (1 a 7 e 9), resolução espacial de 30m, incluindo a banda 8, pancromática, com resolução espacial de 15m. O outro sistema imageador é o TIRS, com duas bandas de pixel de 100m, após processadas são disponibilizadas com resolução espacial de 30 metros (Tabela 1).

Tabela 1. Informações espaciais do satélite Landsat 8

Bandas	Comprimento de onda **(**micrometros**)**	Resolução (metros)
Band 1 – Aerossol costeiro	0.43 - 0.45	30
Band 2 – Visível Azul	0.45 - 0.51	30
Band 3 – Visível Verde	0.53 - 0.59	30
Band 4 – Visível Vermelho	0.64 - 0.67	30
Band 5 – Infravermelho Próximo (NIR)	0.85 - 0.88	30
Band 6 – Infravermelho Médio/SWIR 1	1.57 - 1.65	30
Band 7 – Infravermelho Médio/SWIR 2	2.11 - 2.29	30
Band 8 – Pancromática (PAN)	0.50 - 0.68	15
Band 9 – Cirrus	1.36 - 1.38	30

Band 10 – Infravermelho Termal (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 * (30)
Band 11 – Infravermelho Termal (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 * (30)

Para o estudo e estimativa da temperatura aparente da superfície a região do infravermelho utilizada é o termal, pois trata-se de um intervalo que consegue detectar a concentração de fluxo radiante de um material, proveniente das vibrações moleculares decorrente da temperatura radiante dos corpos (MASHIKI, 2012).

Nas imagens termais os tons mais claros representam as áreas de temperatura mais elevada e os tons mais escuros representam temperaturas menores (GARCIA, 1982).

De acordo com COELHO & CORREA (2013), a obtenção de informações de temperatura da superfície do canal infravermelho termal do sensor TIRS/Landsat 8, banda 10, com utilização da geotecnologia, contribuem na identificação, espacialização e na compreensão da dinâmica climática de microclimas locais.

A radiação solar refletida por um objeto ou conjunto de objetos presentes na superfície terrestre são registradas por sensores orbitais na forma de um número digital (ND) (SANTOS, 2009).

Segundo COLTRI (2006), uma imagem digital constitui-se de grades de matriz bidimensional que definem o conjunto de células ou “pixels” (Picture element) e para cada pixel é denominado um número digital (ND).

2.5 Sistemas de Informações Geográficas (SIGs)

A utilização de técnicas de SIG e sensoriamento remoto em diferentes áreas da superfície terrestre tem alcançado resultados satisfatórios, consistentes e importantes para o monitoramento e gerenciamento dos recursos naturais, sobretudo em áreas urbanas (SOUZA et al., 2016).

Os Sistemas de Informação Geográficas (SIGs) são ferramentas fundamentais para aplicação das técnicas de processamento digital das imagens, possuem diversos algoritmos, dentre eles o Thermal, capaz de transformar os dados do infravermelho termal em temperatura aparente da superfície, imprescindíveis para interpretação destes dados (MASHIKI, 2012).

A partir da banda termal, é possível a obtenção de valores relativos a temperatura de superfície, assim, identificando áreas com ICU, principalmente em áreas urbanas.

SANTANA et al. (2014), afirma que, o uso de imagens de sensoriamento remoto e técnicas de sistemas de informações geográficas constituem-se em importantes instrumentos para a avaliação das alterações ambientais, principalmente na relação do uso e ocupação do solo no campo térmico em áreas urbanas, pois permitem a compreensão da dinâmica de processos biofísicos e da interação entre solo, planta e atmosfera em áreas urbanas.

2.6 Temperatura de Superfície

Atualmente uma das formas de se obter a temperatura de superfície é através de imagens de sensores abordo de satélites, pois além de favorecer visões de diferentes escalas e tempo, permite a transformação de dados do infravermelho termal em temperaturas aparente da superfície. A temperatura quantificada pelo satélite é a temperatura radiante da superfície que é um valor superior à temperatura do ar (WENG, 2003).

De acordo com FIALHO (2009), a temperatura obtida através da leitura de sensores orbitais, é denominada temperatura da superfície. E que, dependendo da resolução da imagem, seu pixel é a soma dos diversos componentes ponderados por sua superfície.

A temperatura de superfície diz respeito ao fluxo de calor dado em função da energia que chega e sai do corpo, sendo de suma importância para o entendimento das interações entre a superfície terrestre e a atmosfera. A melhor faixa que permite uma maior transmissão da energia emitida da Terra que alcança o sensor na região do infravermelho termal do espectro eletromagnético é o intervalo de 8,0 a 14,0 um (STEINKE et al, 2010).

Segundo MARALET et al. (1985), a obtenção da temperatura de superfície é feita por meio de conversão do número digital (DN) de cada pixel da imagem do canal termal em temperatura aparente de superfície.

MASHIKI (2012), afirma que vários trabalhos utilizaram a estimativa de temperatura de superfície obtida através do sensoriamento remoto, porém, ressalta a colocação de JARDIM (2007), onde aborda aspectos importantes sobre as ilhas de calor:

> [...] a “ilha de calor” não representa a realidade do clima urbano, mas um de seus aspectos, traduzida por uma situação momentânea ou horária, motivada pela convergência pontual de fatores ligados às características de conformação do relevo, disposição dos equipamentos e dinâmica urbanos, sob a influência de determinados tipos de tempos, associados aos sistemas atmosféricos em dado estágio de sua evolução temporal.

CORRÊA et al. (2012), estudando a temperatura de superfície no município de Santarém-PA, afirmou que as imagens termais mostraram-se uma boa ferramenta para estimativas das temperaturas na área urbana do município, ressaltando que as temperaturas de superfície obtidas correspondem à temperatura registrada no horário de passagem do satélite, e estas podem sofrer variações ao longo do dia e dos anos.

PEREIRA et al. (2012), afirma que há diferença na temperatura de superfície em áreas com diferentes usos e cobertura vegetal, ou seja, o uso e ocupação do solo promove diferenças na temperatura de superfície de um local.

2.7 Uso e ocupação do solo

LOMBARDO (1985) constatou uma estreita correlação entre uso do solo e a distribuição das temperaturas dentro das estruturas urbanas. As variações na temperatura da superfície terrestre (TS) estão diretamente correlacionadas com a heterogeneidade da paisagem e mudanças na cobertura e uso da terra, com temperaturas mais elevadas nas áreas mais urbanizadas e mais baixas nas áreas onde ocorre densa cobertura vegetal. (MENEZES & MENDES, 2015).

A presença constante da radiação solar agindo sobre a camada urbana provoca maior diferenciação térmica entre as áreas com muitas edificações e as áreas com menos edificações e menor impermeabilização do solo (ROCHA et al., 2011).

Os pavimentos mais quentes tendem a ser impermeáveis e de cor escura, segundo ASEADA et al. (1996), a faixa de horário onde o pavimento asfáltico exibe um maior fluxo de calor, é das 09:00 às 12:00 horas.

A alta irradiação emitida para atmosfera interfere de forma drástica no balanço de energia local, causando um reflexo imediato na temperatura (SERRATO et al., 2002).

De acordo com ALVES & VECCHIA (2012), algumas superfícies demoram mais a perder a energia absorvida, e conseguem manter um fluxo de energia elevado por mais tempo durante o dia, como por exemplo, o asfalto.

A morfologia das ilhas de calor é, em sua maioria, sempre a mesma: cimento, telhas de cimento e amianto, asfalto. A intensidade das ilhas de calor está intimamente relacionada com a quantidade de área verde, sendo assim, todas as ICU são caracterizadas pelo excesso de material de construção civil e pouca ou nenhuma área verde (COLTRI et al., 2007).

O solo exposto, sem cobertura vegetal, possui alta amplitude térmica, aquecendo rapidamente durante o período de exposição solar, levando a consequente elevação de temperatura durante o dia, aumentando a irradiação de calor e a temperatura em seu entorno (MASHIKI, 2012).

Segundo GARTLAND (2010) a presença de vegetação reduz efeitos das ICU reduz os efeitos das ilhas de calor de duas maneiras: através da sombra proporcionada pela copa das árvores e também devido ao processo de evapotranspiração, que aumenta a umidade relativa do ar e diminui temperatura relativa do ar.

2.8 Vegetação urbana

As copas das árvores têm um papel importante na atenuação da radiação e consequentemente redução da amplitude térmica em áreas adjacentes (RIBEIRO et al., 2015).

De acordo com PENG et al. (2012) a ausência de vegetação altera a participação dos fluxos de energia na superfície, reduzindo o fluxo de calor latente, consequentemente aumentando o fluxo de calor sensível. Esta afirmação corrobora com MASHIKI (2012), onde afirma que qualquer tipo de vegetação tem influência na amenização das ilhas de calor.

GARTLAND (2010) afirma que vegetações absorvem água pelas suas raízes e emitem vapor através de suas folhas, processo chamado de evapotransipiração, onde retira o calor do ar para evaporar água, podendo reduzir picos de temperatura do ar durante o verão.

Segundo ABREU (2008), a evapotranspiração das plantas tem efeito benéfico no clima de áreas urbanas, onde absorve calorias, diminuindo temperatura de microclima local, em momentos de maior onda de calor

Um telhado pode diminuir a temperatura do ar em 2ºC, enquanto a sombra de uma árvore que transpira pode reduzir a temperatura em 4ºC (PRIMAVESI et al, 2007).

A presença de maciços vegetais pode promover o efeito inverso ao fenômeno ilha de calor, e favorecer a ocorrência de ilhas de frescor, onde FERREIRA et al (2015) estudando ilhas de frescor, afirma que as áreas verdes promovendo as ilhas de frescor, contribuem para minimizar os efeitos extremos da radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar, proporcionando melhorias das condições ambientais dos espaços urbanizados.

Para NINCE et al. (2014), os efeitos diretos do sombreamento pela vegetação podem ser quantificados por meio das medições da temperatura de superfície de materiais expostos e

protegidos pelas copas das árvores. Uma área sombreada é fracamente atingida pela radiação solar direta incidente e, assim, a temperatura radiante daquela superfície é menor, o que diminui a radiação de ondas longas emitidas.

A cobertura vegetal pode absorver até 50% da radiação de onda curta e até 95% da radiação de onda longa (BARBIRATO et al, 2007). A radiação de onda curta é aquela proveniente da radiação solar e a radiação de onda longa aquela emitida pela superfície terrestre.

Segundo Oliveira (2011), uma das soluções para amenizar os problemas causados pela urbanização é tratar o meio urbano com vegetação, por meio da arborização de vias públicas e da criação de áreas naturais protegidas.

Porém, áreas com ausência de vegetação, ou a mesma com alto nível de degradação, apresentam características de emissividade semelhante a solo exposto, conforme afirma ALVES & VECCHIA (2012), corroborando com GARTLAND (2010), onde, o solo exposto sem cobertura vegetal, possui alta amplitude térmica, aquecendo rapidamente durante o período de exposição solar, aumentando a irradiação de calor e temperatura em seu entorno.

2.9 Orientação de vertentes

De acordo COELHO et al. (2015) com conhecimento das feições topográficas de um determinado recorte espacial de detalhe e de extrema importância nos estudos climáticos, pois neles podem existir significativas diferenças de microclimas oriundas da morfologia da superfície, da presença ou não de vegetação e de outros materiais. O autor completa que, nesse sentido, aspectos relacionados a orientação, inclinação das vertentes e a posição geográfica, conjugados com a trajetória aparente do sol, podem gerar uma diferenciação no balanço de energia, por meio do sombreamento das encostas modificando os padrões espaciais e temporais dos elementos do clima.

A influência das formas do relevo, através da hipsometria (SAYDELLES, 2005), da vegetação (FERREIRA, 2007) e da orientação de vertentes (MENDONÇA, 1994), atua em conjunto com a ação antrópica por meio da modificação da superfície natural e da introdução de elementos artificiais, interferindo no equilíbrio energético e nos climas locais (GONÇALVES, 2003).

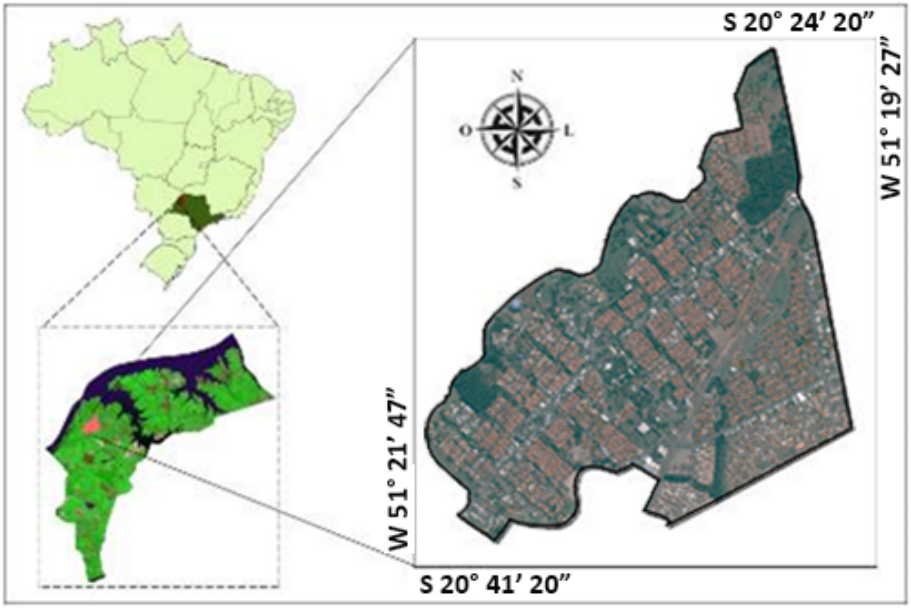
ROVANI et al. (2010), afirma que a orientação e exposição das vertentes, pode influenciar no clima local, devido sua exposição à radiação solar.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O município de Ilha Solteira está localizado a noroeste do Estado de São Paulo, na posição mais estratégica da Hidrovia Tietê-Paraná, apresentando área total de 661,3 Km². Desse total, 5,82 km² compõem a área urbana (MIRANDA et al., 2005; SILVA et al., 2006). De acordo com o Sistema Internacional de Köeppen, o clima desta região é o tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (Aw). As temperaturas médias mensais variam entre 21,5 ºC (julho) e 26,4 °C (dezembro), e as precipitações médias mensais variam de 20 mm (julho) a 225 mm (janeiro). O período de excedente hídrico estende-se de janeiro a fevereiro, e o de deficiência hídrica, de março a dezembro. A velocidade média do vento é classificada como fraca, e a sua direção predominante é E-SE (HERNANDEZ, 2007). O relevo da área de estudo é o colinoso, com predomínio de colinas amplas e médias (SÃO PAULO, 1981). Mais de 80% da área urbana apresenta declividades que variam de 0 a 5%, e as classes de orientações de vertentes que predominam são as sul-oeste (SW) e oeste (W) (SANTOS, 2005). O solo presente na área de estudo é do tipo Latossolo Vermelho distrófico A moderado de textura argilosa, de relevo plano e suave ondulado (LV39) (EMBRAPA, 1999). Em Ilha Solteira, existem as áreas verdes denominadas Área de Lazer, localizada na posição norte do perímetro urbano, com 11,35 ha, ocupada com a espécie Pinus elliottii e Zoológico, localizada na posição oeste do perímetro urbano, com 18 ha, ocupada com vegetação predominante do bioma Mata Atlântica (Mata Seca Semi-Decídual) (COSTA et al., 2010). A Figura 3 corresponde a localização do município de Ilha Solteira no estado de São Paulo e o limite da área urbana dentro do município.

Figura 3 - Localização da área urbana de Ilha Solteira – SP



Fonte: Elaboração do próprio autor

3.2 Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) e AutoCAD

O SIG pode ser utilizado para armazenar, gerar, integrar e analisar informações de diferentes fontes (imagens de sensoriamento remoto, mapas, dados censitários, etc.); calcular áreas, gerar mapas de forma automatizada. O uso de ambientes computacionais de SIG facilita a integração de dados de sensores remotos com aqueles provenientes de outras fontes, bem como a análise espacial e a modelagem dos ambientes permitindo realizar a projeção de cenários futuros (FLORENZANO, 2011)

Para a geração da imagem de temperatura de superfície, foi utilizado o SIG QGIS (versão 2.14.3), software livre, licenciado pela General Public License (GNU), projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), obtido em www.qgis.org.

Foi utilizado o SIG SPRING/INPE (versão 5.2.6) para a realização das demais etapas de processamento dos dados, obtido em www.dpi.inpe.br/spring.

Para a correção de dados vetoriais, como as vias de acesso no interior da área urbana de Ilha Solteira, foi utilizado o software AutoCAD. (www.autodesk.com/education/free-software/autocad).

3.3 Aquisição de Imagens

Para a execução deste trabalho, foi realizado um levantamento de imagens orbitais gratuitas, disponíveis em United States Geological Survey (USGS), (www.usgs.gov), através do satélite Landsat 8, sensor TIRS (Thermal Infrared Sensor). Foram escolhidas as imagens livres de cobertura de nuvens (Tabela 2, 3 e 4).

Tabela 2 - Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2013

2013	Data da imagem	Orbita/Ponto
1	01/05/2013	222/074
2	13/05/2013	222/074
3	18/06/2013	222/074
4	04/07/2013	222/074
5	21/08/2013	222/074
6	06/09/2013	222/074
7	13/09/2013	222/073
8	31/10/2013	222/073
9	09/11/2013	222/074
10	27/12/2013	222/074

Tabela 3 - Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2014

2014	Data da imagem	Orbita/Ponto
11	28/01/2014	222/074
12	04/02/2014	222/073
13	17/03/2014	222/074
14	02/04/2014	222/074
15	04/05/2014	222/074
16	05/06/2014	222/074
17	23/07/2014	222/074
18	08/08/2014	222/074
19	09/09/2014	222/074
20	11/10/2014	222/074
21	30/12/2014	222/074

Tabela 4 - Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2015

2015	Data da imagem	Orbita/Ponto
22	15/01/2015	222/074
23	07/02/2015	222/073
24	11/03/2015	222/073
25	21/04/2015	222/074
26	07/05/2015	222/074
27	08/06/2015	222/074
28	10/07/2015	222/074
39	11/08/2015	222/074
30	03/09/2015	222/073
31	14/10/2015	222/074

As imagens oriundas do Satélite Landsat-8 já são obtidas com correções geométricas, com projeção WGS-84, sendo ortorretificadas, não havendo a necessidade de correções geométricas das mesmas, e seu horário de passagem é às 10:00, horário local.

Para a obtenção de melhores resultados no estudo de uso e ocupação do solo da área urbana de Ilha Solteira, utilizou-se uma imagem do Satélite Pleiades, com alta resolução espacial, 0,50m, com data de passagem em 03/08/2013, ás 10:00 horas, horário local.

O limite da área urbana foi obtido por meio da planta com as vias de acesso da cidade de Ilha Solteira, em formato digital, cedida pela Prefeitura Municipal de Ilha Solteira, posteriormente realizou-se algumas correções vetoriais, corrigindo o seu posicionamento, com base na imagem Pleiades que possui alta resolução espacial, e com utilização do software AutoCAD, versão Student

(www.autodesk.com/education/free-software/autocad).

3.4 Ortorretificação da Imagem Pleiades

Em sensoriamento remoto, a combinação entre imagens de diferentes sensores pode provocar uma diferença de localização entre áreas. Devido este fato, há a necessidade de realizar o registro da imagem. A imagem Pleiades, de alta resolução, mesmo sendo ortorretificada, apresentou um deslocamento em sua posição geográfica. O método de verificação de

deslocamento de imagem foi realizado com a coleta de um ponto de controle em campo, com GPS geodésico, posteriormente inserindo este ponto na imagem espacial, verificando a precisão na localização geográfica deste ponto conhecido.

Após a verificação de um deslocamento de aproximadamente 15 metros, optou-se por realizar o registro da imagem de modo manual.

Conforme SILVA (2001) o registro manual se baseia na identificação de pontos de controle no terreno. Para a realização desta etapa, foram coletados 15 pontos de controle com o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS). Os pontos de controle foram definidos como áreas de fácil identificação tanto no solo quanto na imagem de Satélite.

A coleta destes pontos definidos foi feita com apoio do Laboratório de Topografia da Engenharia Civil, da UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

Para a correção da imagem, utilizou-se o software SPRING/INPE.

3.5 Correção Atmosférica

O processamento foi realizado para todas as imagens obtidas do satélite Landsat 8, utilizou-se somente as bandas de 2 a 7 para efetuar a correção. Executou este processamento para a verificação de possíveis ruídos, e quanto a posição geométrica das imagens obtidas pelo satélite Landsat 8.

A correção atmosférica, foi realizada no SIG QGIS, através do complemento para classificação de imagens de satélite, o Semi-Automatic Classification Plugin ou SCP. A correção atmosférica de imagens de satélite é realizada com o objetivo de reduzir os efeitos atmosféricos, “borramento” na radiância de uma cena, aplicando o algoritmo Dark Objetct Substratcion (DOS) De acordo com Song (2011), para estudos de monitoramento de superfície terrestre, esta etapa é imprescindível para a equalização dos dados multitemporais, onde os mesmos ficam na mesma escala radiométrica.

O método DOS é a correção do espalhamento atmosférico no qual a interferência atmosférica é estimada diretamente a partir dos números digitais (ND) da imagem de satélite, sendo ignorada a absorção atmosférica. Para a aplicação desta técnica não há a necessidade de se obter dados sobre as condições atmosféricas na data de obtenção das imagens (SANCHES et al 2011), sendo confirmado por PONZONI (2012), onde a correção DOS é um procedimento

que tem como objetivo identificar em cada banda espectral quais valores de ND – Nível Digital – devem ser subtraídos de cada imagem como um todo.

3.6 Fusão de Imagens

A técnica de fusão de imagens foi realizada para as imagens de todas as datas, obtidas do satélite LandSat 8, com o objetivo de realizar a integração da banda de melhor resolução espacial, banda 8, pancromática (resolução espacial de 15m), com as bandas de menor resolução, banda 2 a 7 (resolução espacial de 30m). Para o fusionamento de imagens, o método do IHS é um dos mais utilizados, devido a sua eficiência e facilidade de implementação (TU et al., 2001).

Por se tratar de uma área urbana de pequeno porte, a integração da banda pancromática com as de menor resolução espacial, se torna essencial, pois reúne ambas as características em uma nova imagem, sendo possível a obtenção de uma melhor visualização e interpretação da área de estudo (Figura 4). Para a geração das imagens fusionadas foi utilizado o SIG livre TerraView/INPE.

Figura 4 - Comparação de imagem bruta (A) e imagem fusionada (B)

Fonte: Elaboração do próprio autor

A partir desta etapa, foi possível a verificação do uso e ocupação do solo na área urbana de Ilha Solteira, comparando as imagens do satélie Landsat 8 com o satélite Pleiades, através do comportamento espectral dos alvos, foi possível constatar se houve mudança no uso do solo dentro da cidade.

3.7 Temperatura de superfície (Ts)

Com utilização do SIG QGIS, foi gerada a imagem de temperatura de superfície (Ts), onde, utilizou-se a banda 10 (termal), do satélite Landsat-8, sensor TIRS, que apresenta a resolução espacial de 30 metros.

Para a geração da imagem de temperatura, foi utilizada a ferramenta calculadora raster, ferramenta implementada no SIG, inserindo a Equação 1, proposta pelo USGS (2015) onde, com base nos metadados contidos no conjunto de imagem, realizou-se a conversão de níveis de cinza para radiância:

$$L_\lambda = M_L * Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

onde:

L_λ = Radiância Espectral no topo da atmosfera em Watts/(m²*sr*μm)

M_L = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 (*3.3420E-04)*

Q_{cal} = Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN *(banda 10)*

A_L = Fator de redimensionamento aditivo especifico da banda 10 *(0.10000)*

Após gerada a imagem de radiância, converteu-se este resultado para imagem de temperatura superfície (Ts), porém a imagem resultante desta conversão apresenta seus dados em temperatura Kelvin, de acordo com Coelho e Correa (2013), há a necessidade de implementação na Equação 2, proposta por USGS (2015), subtraindo 273,15 de seu resultado, para a obtenção de imagem de temperatura em grau Celcius, assim:

$$Ts = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda}+1\right)} - 273{,}15 \quad (2)$$

Onde:

Ts = Temperatura de superfície, em grau Celcius (ºC)

K_1 = Constante de calibração 1 *(774.89)*

K_2 = Constante de calibração 2 *(1.321.08)*

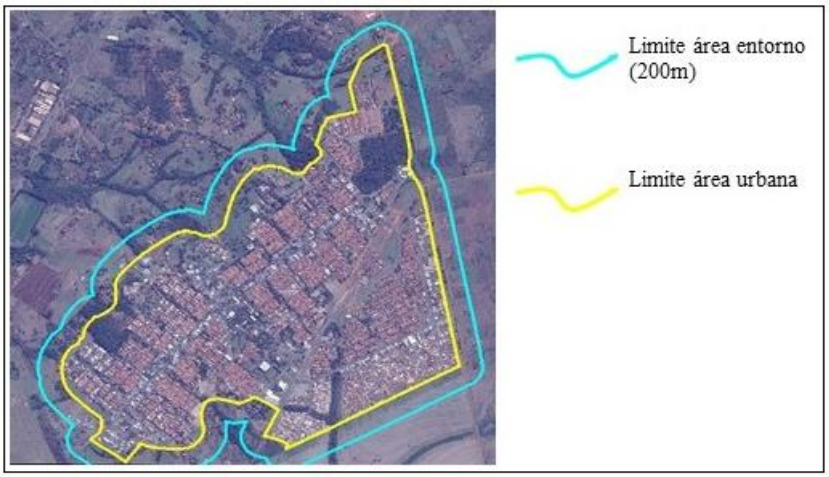
L_λ = Radiância espectral em Watts/(m²*sr*μm)

3.8 Identificação das áreas com Ilha de Calor Urbana (ICU)

Foi criado um banco de dados georreferenciado para a análise, exploração e exibição das informações espaciais processadas utilizando o Spring/INPE.

Após a importação das imagens processadas contendo a temperatura de superfície, e a imagem de alta resolução espacial, Pleiades, prosseguiu-se com a importação dos dados vetoriais: limites e vias de acesso na área urbana. Com base no limite da área urbana, foi criado um buffer de 200m, abrangendo a área rural no entorno do perímetro urbano, sendo esta a área de referência para a análise de ocorrência de ICU dentro da cidade de Ilha Solteira, conforme Figura 5.

Figura 5 - Delimitação da área urbana e área de entorno



Fonte: Elaboração do próprio autor

Posteriormente, foi realizada a classificação dos valores das temperaturas, pelo método de Fatiamento, implementado no SIG Spring/INPE, definindo em classes com intervalo de 1ºC.

A identificação dos polígonos contendo as ilhas de calor urbana (ICU) foi efetivada comparando-se a temperatura dos alvos presentes na área urbana, com os alvos presentes dentro do buffer de 200m. Estas ICU possuíam pelo menos 1°C a mais do que alvos mais quentes dentro da área de entorno.

Após a análise das 31 imagens, foram identificadas áreas com ocorrência de ICU em 13 datas, sendo estas, 01/05/2013, 27/12/2013, 28/01/2014, 17/03/2014, 02/04/2014, 30/12/2014, 07/02/2015, 14/10/2015. As outras imagens foram identificadas áreas com temperatura mais elevada na área de entorno quando comparada com a área urbana.

3.9 Vetorização das áreas com Ilha de Calor Urbana (ICU)

Definidos os polígonos onde haviam a ocorrência da ICU, foi realizada a vetorização manual das classes de uso e ocupação do solo no interior das mesmas, sendo utilizada como referência a imagem de satélite de alta resolução (Pleiades).

Anteriormente, foi realizada a tentativa de vetorização automática das classes de uso e ocupação do solo, porém, alvos diferentes apresentaram o mesmo comportamento espectral, assim, havendo confusão na criação das classes desejadas, assim optando pela vetorização manual, havendo a validação em campo dos alvos com comportamento espectral semelhantes.

Como resultado da vetorização manual, foram definidas 10 classes de uso e ocupação do solo, sendo estas: “Asfalto” (ASF), “Telhado cerâmico e asfalto” (TCA), “Telhado cerâmico e lajotas” (TCL), “Pavimentos cimentados” (PC), “Solo exposto” (SE), “Telhado amianto” (TA), “Telhado cerâmico” (TC), “Telhado de metal” (TM), “Vegetação arbórea” (VA) e “Vegetação herbácea” (VH).

As classes denominadas “Telhado cerâmico e asfalto” e “Telhado cerâmico e lajotas”, identificam os passeios na área urbana onde a cobertura das residências apresentam telhado cerâmico e as vielas são pavimentadas com asfalto ou lajotas de cimento. Esses locais sofreram aglutinações em suas classes, pois, apesar da imagem Pleiades apresentar alta resolução espacial e radiométrica, não foi possível distinguir separadamente essas 02 classes de uso do solo em alguns passeios.

Para a análise espacial dos dados, utilizou-se o método Tabulação Cruzada, inserido no Spring/INPE, onde foram calculadas áreas de intersecção entre as classes de temperatura mais alta, que indicam as ilhas de calor com as classes de uso e ocupação do solo presente nestes locais, sendo obtidos os resultados em hectares (ha).

3.10 Orientação de Vertentes

Para a obtenção de informações relacionadas a orientações de vertentes, utilizou-se dados de altitude do sensor Aster/GDEM (Global Digital Elevation Models), resolução espacial de 30 metros.

O processamento destes dados foi realizado no SIG SPRING/INPE, onde importou-se os dados matriciais, posteriormente realizando o processo de fatiamento, através da própria ferramenta implementada no SIG, na guia MNT, opção DECLIVIDADE.

As classes foram definidas da seguinte forma: Norte “N” (0 – 22,5°); Nordeste “NE” (22,5 – 67,5°); Leste “E” (67,5 – 112,5°); Sudeste “SE” (112,5 – 157,5°); Sul “S” (157,5 – 202,5°); Sudoeste “SW” (202,5 – 247,5°C); Oeste “W” (247,5 – 292,5°); Noroeste “NW” (292,5 – 337,5°); Norte “N” (337,5 – 360°); PLANO (-1 – 0°).

3.11 Dados climatológicos

Os dados climatológicos de Ilha Solteira, no horário da passagem do satélite nas respectivas datas, foram adquiridos através do portal Canal CLIMA da UNESP de Ilha Solteira.

A estação está localizada a uma Altitude de 337 m e coordenadas Latitude: 20º 25' 24.4" e Longitude: 51º 21' 13.1".

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ilha de Calor Urbana em 01/05/2013

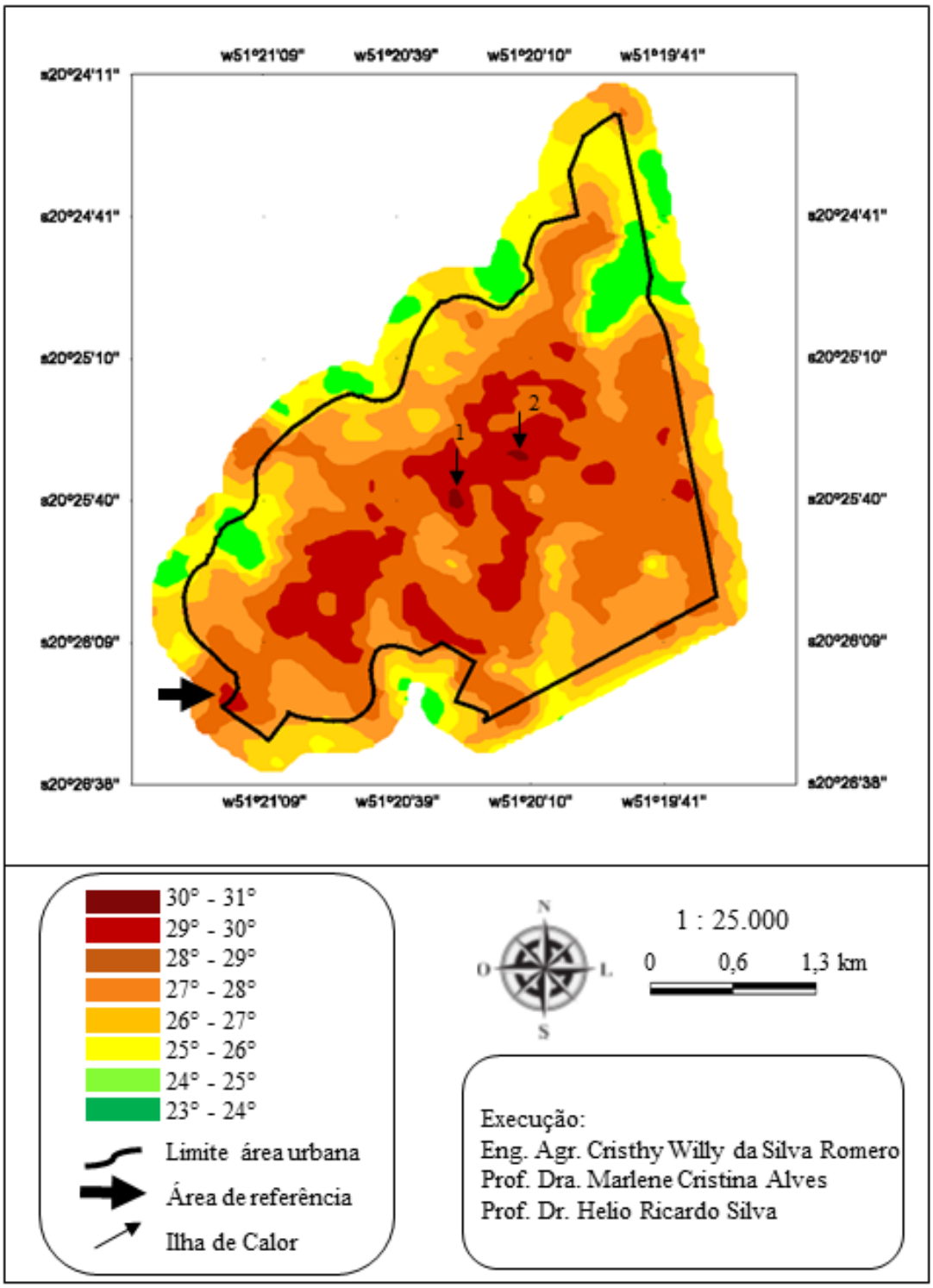
Em 01/05/2013, foram identificadas 02 ilhas de calor dentro do perímetro urbano, classificados como Área 1 e Área 2 (Figura 6). A área com temperatura mais alta localizada no entorno da área urbana, e utilizado como referência para identificar as ICU, apresentou o intervalo de temperatura entre 29° e 30°C, tendo como uso do solo as classes “Asfalto”, “Pavimentos cimentados” e “Vegetação herbácea”.

As áreas denominadas Área 1 e Área 2, registrou sua temperatura de superfície na faixa de 30 a 31°C, 1°C acima das áreas no entorno, utilizadas como referência para identificação das ilhas de calor.

A amplitude térmica destas ICU foi de 1°C, de acordo com GARCÍA (1996), essa amplitude térmica caracteriza a ICU como fraca magnitude.

De acordo com os dados obtidos pelo Canal CLIMA, a velocidade do vento em Ilha Solteira, às 10:00, foi de 5,5 km/h, considerado fraco.

Figura 6 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 01/05/2013

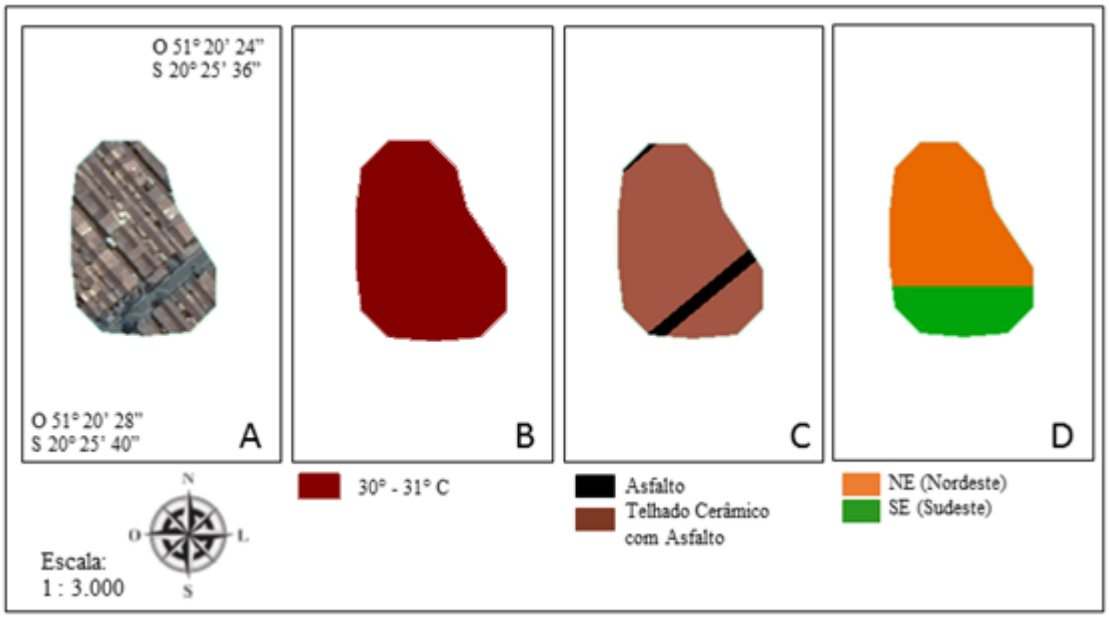


Fonte: Elaboração do próprio autor

A ICU Área 1 (Figura 7, Tabela 5 e 6) compreendia uma área de 0,783 ha de extensão territorial, localizada em área residencial, no bairro Zona Norte. Identificou-se nesta ilha 2

classes de uso e ocupação do solo, ASF (7,15%) e TCA (92,85%). As vertentes de ocorrência nesta área não influenciaram na formação das ICU.

Figura 7 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 01/05/2013



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 5 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 01/05/2013

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)		TOTAL
	ASF	TCA	
Área (ha)	0,056	0,727	0,783
Área (%)	7,15	92,85	100,000

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

Tabela 6 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 01/05/2013

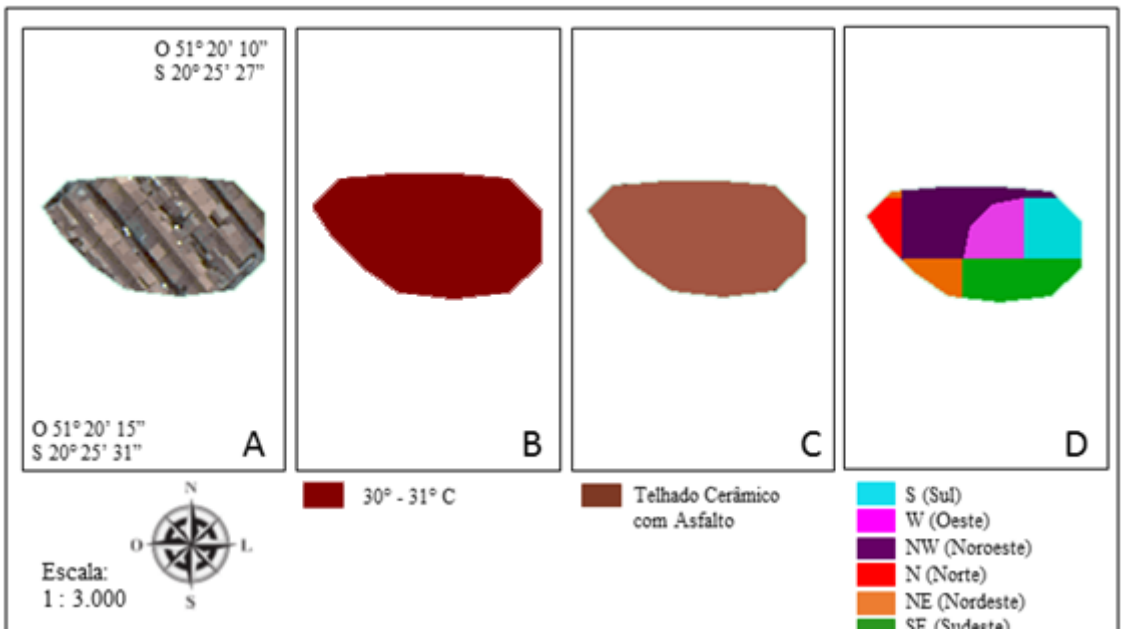
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (¹)		TOTAL
	NE	SE	
Área (ha)	0,526	0,256	0,783
Área (%)	67,21	32.79	100,00

(¹) NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

Na Área 2 (Figura 8, Tabela 7 e 8), foi identificado apenas uma classe de uso do solo, TCA 0,523 ha, ocupando 100% do espaço da ICU. Localizada no bairro Zona Norte.

A vertentes W apresenta uma área de 15,72% desta ICU, assim, favorecendo a ocorrência do fenômeno no local.

Figura 8 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 01/05/2013



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 7 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 01/05/2013

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (1)	TOTAL
	TCA	
Área (ha)	0,523	0,523
Área (%)	100,00	100,000

(1) TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

Tabela 8 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 01/05/2013

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)						TOTAL
	N	NE	SE	S	W	NW	
Área (ha)	0,053	0,057	0,107	0,083	0,082	0,139	0,528
Área (%)	10,18	10,93	20,51	16,01	15,72	26,70	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste;; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

De acordo com os dados da imagem de 01/05/2013, foi possível verificar que a temperatura elevada foi devido a presença de áreas residenciais, com casas adensadas, e telhados conectados as casas vizinhas, não possibilitando a circulação de ar entre as construções (tendo em vista que a velocidade do vento no momento era fraca), e vielas pavimentadas com asfalto. Segundo GARTLAND (2010), materiais como concreto, amianto e asfalto, são reconhecidos pelas suas propriedades físicas de alteração do albedo natural da superfície, por

serem bons absorvedores de calor, e consequentemente importantes emissores de radiação de ondas longas, o que explica a elevação das temperaturas.

Devido a exposição da Área 2 para as vertentes W, associadas ao material artificial encontrado nas classes de uso do solo (como asfalto e telhado cerâmico), pode ocorrer efeito acumulativo de energia, não havendo o total arrefecimento destes materiais, assim, acumulando calor no local, promovendo o aumento da temperatura ocasionando a ocorrência da ICU, esta afirmação concorda com FIALHO (2009), onde o autor afirma que as superfícies artificiais acumulam quantias significantes de calor de um dia para outro, sendo capazes de armazenar e desenvolver as ilhas de calor. .

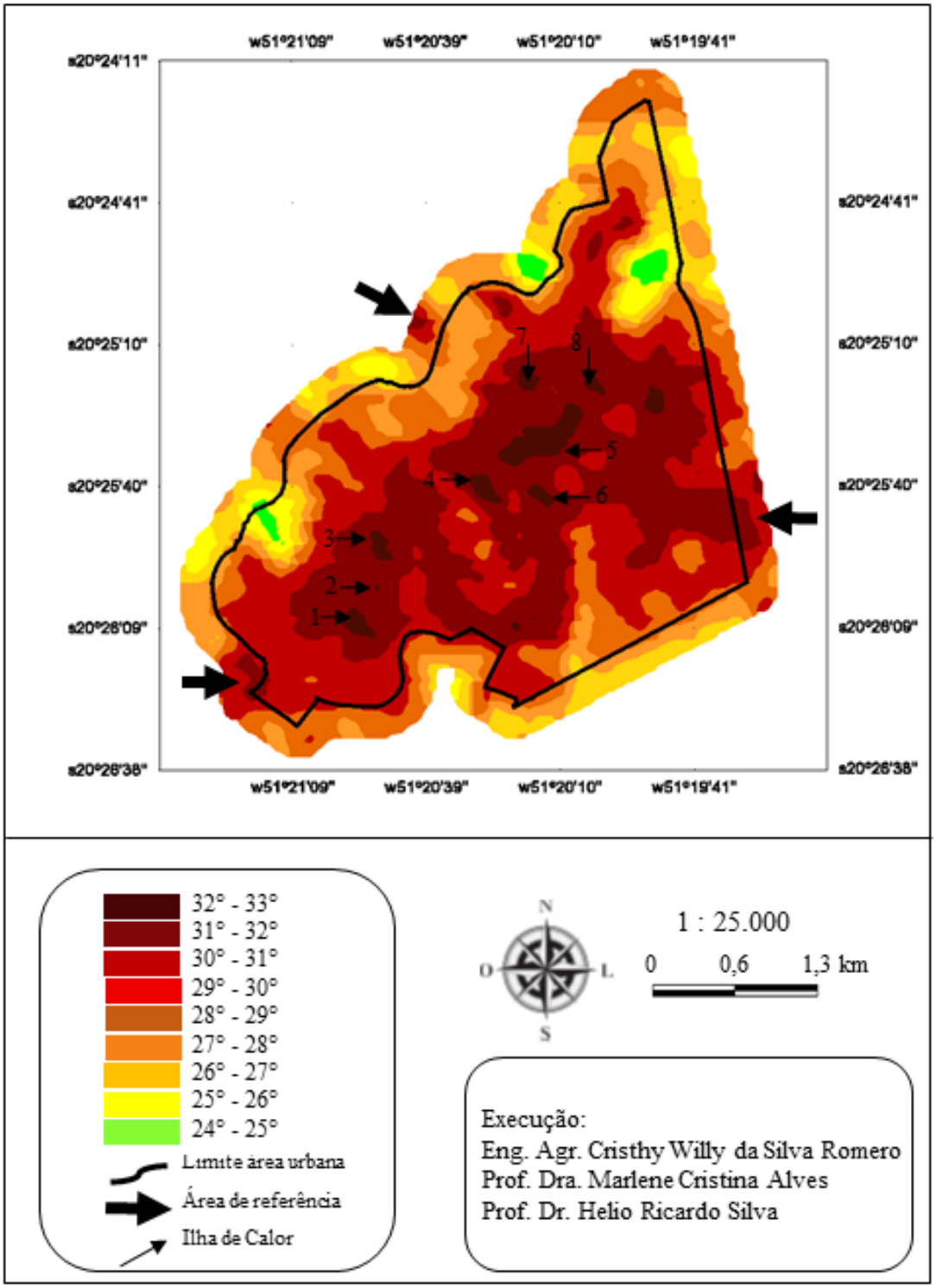
4.2 Ilha de Calor Urbana em 27/12/2013

Na imagem de temperatura de superfície, obtida em 27/12/2013, correspondendo a estação do verão (Figura 9), foi constatada a ocorrência de 8 áreas com ICU, ocorridas em áreas com construções.

As áreas denominadas Área 1 até Área 8, estiveram submetidas a uma temperatura de superfície no intervalo de 32 a 33°C. Dentro das áreas de referência para a identificação da ICU, foi constatado as classes de ocupação do solo ASF, VH, SE e PV. Uma das áreas inseridas no entorno, utilizada como referência, estava localizada na área rural, em um Projeto de Assentamento, com temperatura entre 31 e 32°C.

A velocidade do vento no horário da passagem do satélite foi de 8,4 km/h, considerado como média intensidade, desta forma, auxilia a movimentação da massa de calor, diminuindo os efeitos da ilha de calor, corroborando com TUMANOV et al, (1999), em estudos da área urbana em Bucareste, Romênia, constatou que em dias com ventos, a diferença entre a temperatura rural e a temperatura urbana era mais baixa.

Figura 9 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 27/12/2013



Fonte: Elaboração do próprio autor

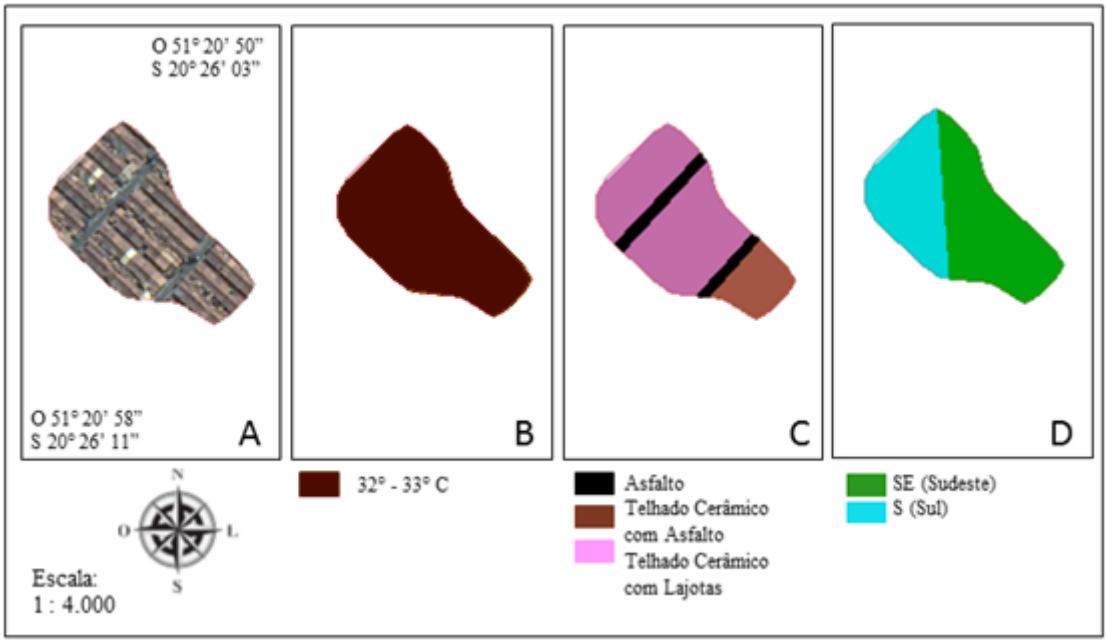
A amplitude térmica das ICU foi de 1°C, classificada como fraca magnitude, de acordo com GARCÍA (1996).

A ilha de calor urbana (ICU) denominada Área 1 (Figura 10, Tabela 9 e 10) apresentou uma área total de 2,030 ha, localizada no bairro Zona Sul, em área residencial.

Mais de 80% da área total desta ICU está ocupada por residências, no padrão de casas germinadas, sendo assim, dificulta a passagem do vento, favorecendo a permanência do ar quente no local.

As orientações de vertentes identificadas na área não exerceram influência para a ocorrência do efeito chamado ilha de calor.

Figura 10 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 27/12/2013



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 9 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 27/12/2013

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (1)			TOTAL
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,354	0,728	0,948	2,030
Área (%)	17,43	36,86	46,70	100,000

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

Tabela 10 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 27/12/2013

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)		TOTAL
	SE	S	
Área (ha)	1,266	0,763	2,030
Área (%)	62,38	37,62	100,00

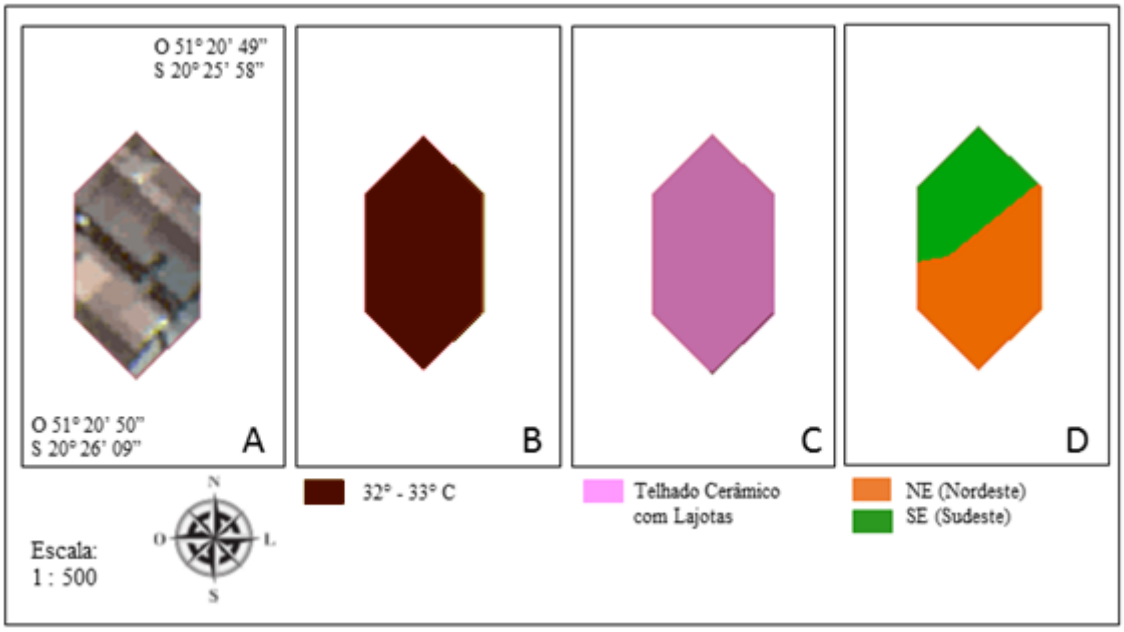
(1) NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste.

Esta ICU ocorreu nos passeios Tijucas e Recanto, concordando com COSTA et al. (2010), onde estudando os efeitos das ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira, constatou a ocorrência de aumento de temperatura nestes passeios citados, o autor afirma que a presença da ilha de calor no local acontece devido o adensamento de residências e ruas estreitas, outro fato a ser considerado também é o tipo de pavimento, embora seja de lajotas de cimento (material menos quente que o pavimento asfáltico), com o passar do tempo ele passa por processo de degradação, acumulo de resíduos, ocasionando sujeira, assim escurecendo o material, fazendo com que o mesmo absorva mais calor, conforme descreve GARTLAND (2010).

A ilha de calor Área 2 (Figura 11, Tabela 11 e 12), estava localizada em área residencial, no bairro Zona Sul, com uma área total de 0,086 ha.

Foi identificada apenas uma classe de uso do solo, TCL, onde estão instaladas residências com cobertura de telhado cerâmico e ruas pavimentadas com lajotas de concreto. As classes de vertentes identificadas não exerceram influência direta na ocorrência da ilha de calor.

Figura 11 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 27/12/2013



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 11 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 27/12/2013

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (1)	TOTAL
	TCL	
Área (ha)	0,086	0,086
Área (%)	100,000	100,000

(1) TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

Tabela 12 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 27/12/2013

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)		TOTAL
	NE	SE	
Área (ha)	0,051	0,035	0,086
Área (%)	59,03	40,97	100,00

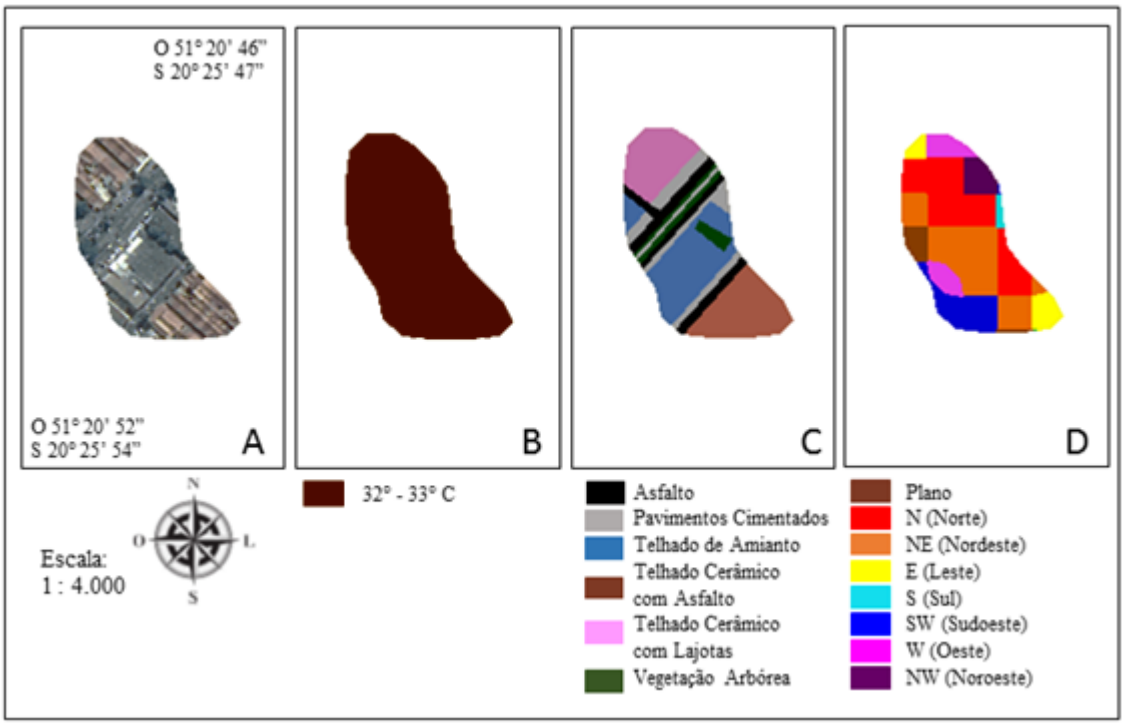
(1) NE, Nordeste; SE, Sudeste.

O fato que explica a alta temperatura no local é a classe de uso do solo, relacionado ao fato de não haver vegetação arbórea em locais próximos. Por se tratar de uma ICU de pequeno porte e fraca magnitude, a existência de espécies arbóreas no local pode ser favorável na mitigação da ilha de calor, de acordo com et al. (2007), onde há sombra de uma árvore que transpira, pode haver redução da temperatura local em até 4°C.

A ICU denominada Área 3 (Figura 12, Tabela 13 e 14), está situada no bairro Zona Sul, próxima a avenida principal da cidade de Ilha Solteira. Apresentou uma área de 1,463 ha. Aproximadamente em 20% da área total identificou-se as vertentes SW e W.

As classes de maior ocorrência nesta ilha foram: TA, TCA, TCL e ASF, ocupando aproximadamente 82% da área total da ICU, conforme GARTLAND (2010), corroborando com COSTA et al. (2013), ocorre elevada temperatura em áreas onde há predominância de materiais como concreto, amianto e asfalto, reconhecidos pelas suas propriedades físicas de alteração do albedo natural da superfície, por serem bons absorvedores de calor e consequentemente importantes emissores de radiação de ondas longas, favorecendo a elevação da temperatura local. Vale ressaltar que nesta ICU possui vertentes que recebem maior incidência solar durante o dia, assim, provocando efeito acumulativo do calor, não sendo possível dissipar totalmente durante o período noturno, acumulando após o nascer do sol.

Figura 12 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 3, na imagem de 27/12/2013.



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 13 - Uso e ocupação do solo na Área 3, identificada na imagem de 27/12/2013

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (1)						TOTAL
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	VA	
Área (ha)	0,249	0,314	0.261	0.226	0,390	0,023	1,463
Área (%)	17,02	21,46	17,84	15,45	26,66	1,57	100,000

(1) ASF, Asfalto; TA, Telhado amianto; VA, Vegetação arbórea; VH, Vegetação herbácea.

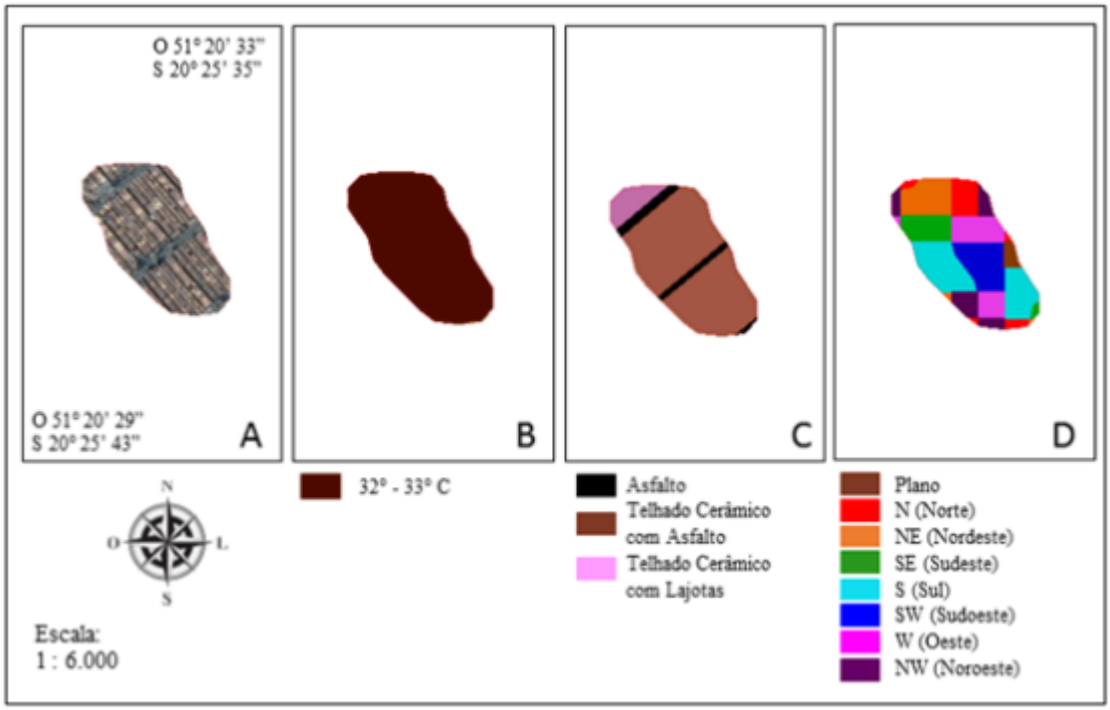
Tabela 14 - Orientação de Vertentes na Área 3, identificada na imagem de 27/12/2013

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	E	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,417	0,492	0,102	0,016	0,169	0,128	0,080	0,060	1,463
Área (%)	28,50	33,60	6,97	1,06	11,57	8,75	5,43	4,11	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A ICU denominada Área 4 (Figura 13, Tabela 15 e 16), estava localizada no bairro Zona Sul, área residencial. A área total desta ilha foi 1,954 ha, ocorrendo apenas o uso do solo para 3 classes, ASF, TCA e TCL, sendo o TCA com maior ocorrência, 53,38%.

Figura 13 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 4, na imagem de 27/12/2013



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 15 - Uso e ocupação do solo na Área 4, identificada na imagem de 27/12/2013

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (1)			TOTAL
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,441	1,043	0,470	1,954
Área (%)	22,57	53,38	24,05	100,000

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

As vertentes SW e W, foram identificadas em 30% da área total, havendo influencia na temperatura local.

Tabela 16 - Orientação de Vertentes na Área 4, identificada na imagem de 27/12/2013

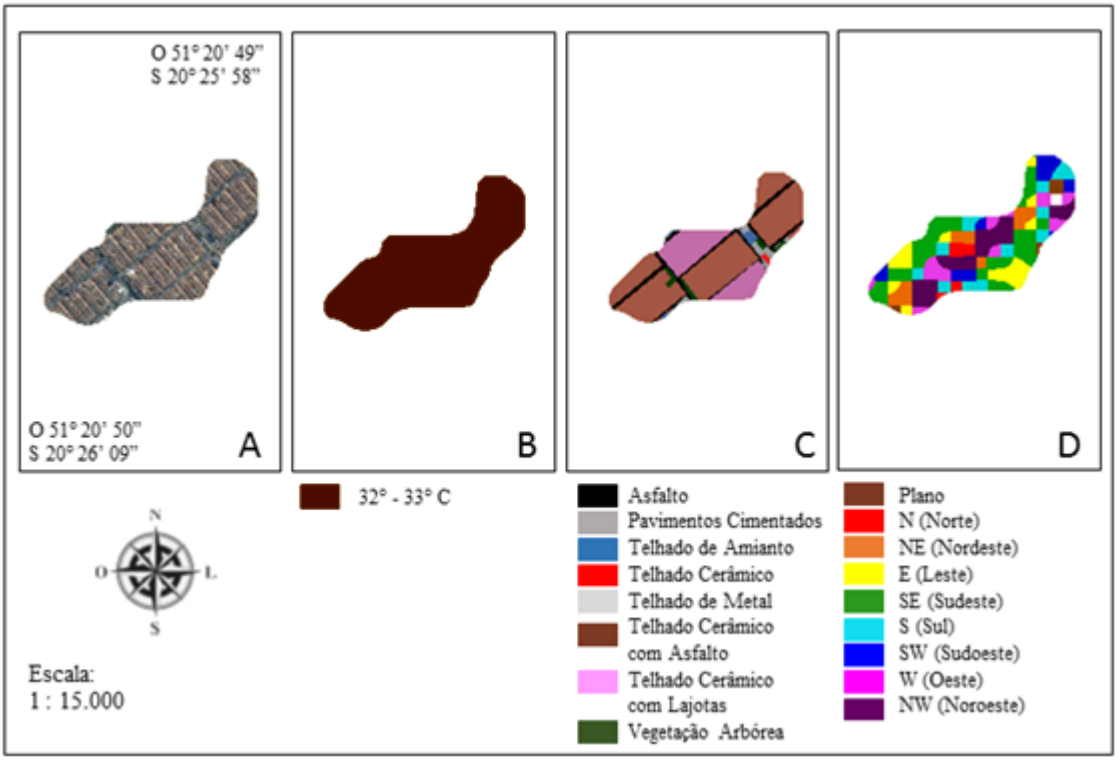
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,191	0,262	0,192	0,508	0,285	0,283	0,188	0,046	1,954
Área (%)	9,77	13,42	9,83	26,00	14,57	14,48	9,61	2,33	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 5 (Figura 14, Tabela 17 e 18) foi a maior ICU identificada na data 27/12/2013, com extensão de 8,607 ha, localizada no bairro Zona Norte, abrangendo área residencial e

comercial. A classe TCA foi a que mais destacou, ocupando 60% da área total, seguida por TCL (20,66%) e ASF (15,08%).

Figura 14 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 5, na imagem de 27/12/2013



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 17 - Uso e ocupação do solo na Área 5, identificada na imagem de 27/12/2013

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (1)								TOTAL
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	TC	TM	VA	
Área (ha)	1,298	5,1667	1,7782	0,2045	0,0797	0,0290	0,001	0,147	8,607
Área (%)	15,08	60,02	20,66	2,37	0,92	0,33	0,01	1,70	100,000

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC, Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TC, Telhado cerâmico; VA, Vegetação arbórea.

A orientação de vertente teve influência, pois aproximadamente 20% da área está sob forte incidência da radiação solar, fator que pode agravar a ocorrência da ICU no local. Os materiais artificiais que são usados na área (asfalto, telhado cerâmico, telhado amianto), são grandes absorvedores de energia, de acordo com ALVES & VECCHIA (2012) estes materiais demoram mais tempo para perder a energia absorvida, consequentemente, conseguem manter um fluxo de energia elevado por mais tempo durante o dia.

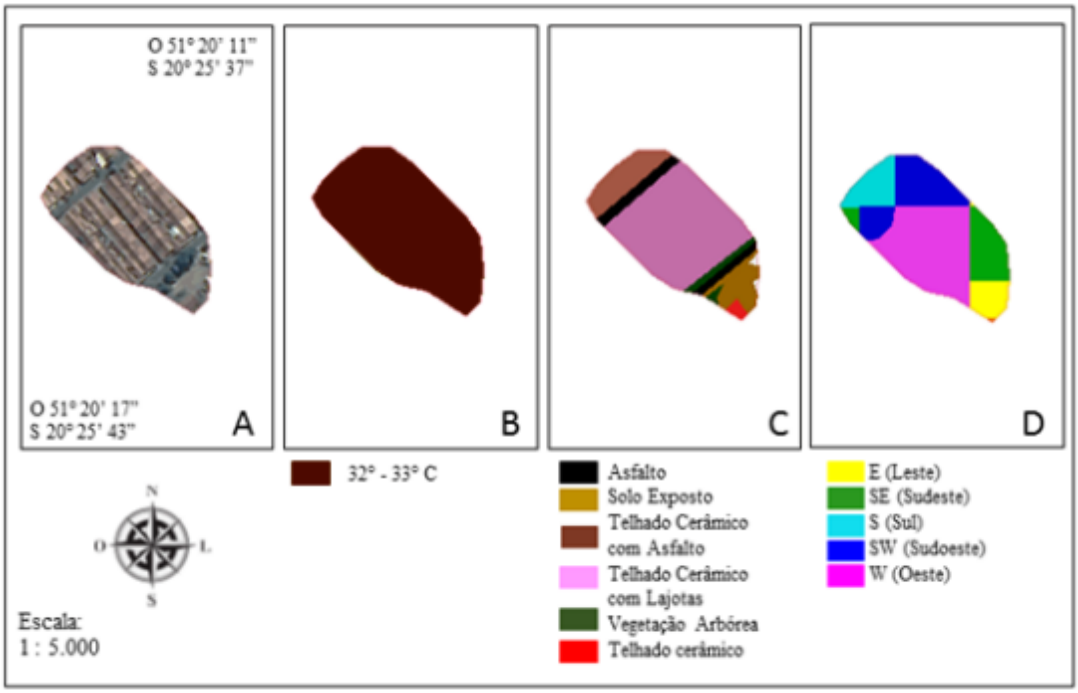
Tabela 18 - Orientação de Vertentes na Área 5, identificada na imagem de 27/12/2013

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (¹)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,271	0,887	1,186	2,1995	1,088	0,721	0,791	1,335	0,129	8,607
Área (%)	3,15	10,31	13,78	25,55	12,64	8,38	9,19	15,51	1,49	100,00

(¹) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 6 (Figura 15, Tabela 19 e 20), está localizada no bairro Zona Norte, com uma área total de 0,997 ha. A classe de maior ocorrência é o TCL, 54,06%, porém, há uma grande área de solo exposto nesta ilha, ocupando 22,06 de sua extensão territorial.

Figura 15 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 6, na imagem de 27/12/2013



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 19 - Uso e ocupação do solo na Área 6, identificada na imagem de 27/12/2013

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)					TOTAL
	ASF	TCA	TCL	SE	VA	
Área (ha)	0,118	0,09	0,539	0,22	0,03	0,997
Área (%)	11,83	9,02	54,06	22,06	3,00	100,000

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

As vertentes SW e W foram bem expressivas nesta ICU, com uma somatória de aproximadamente 62% da área total

Tabela 20 - Orientação de Vertentes na Área 6, identificada na imagem de 27/12/2013

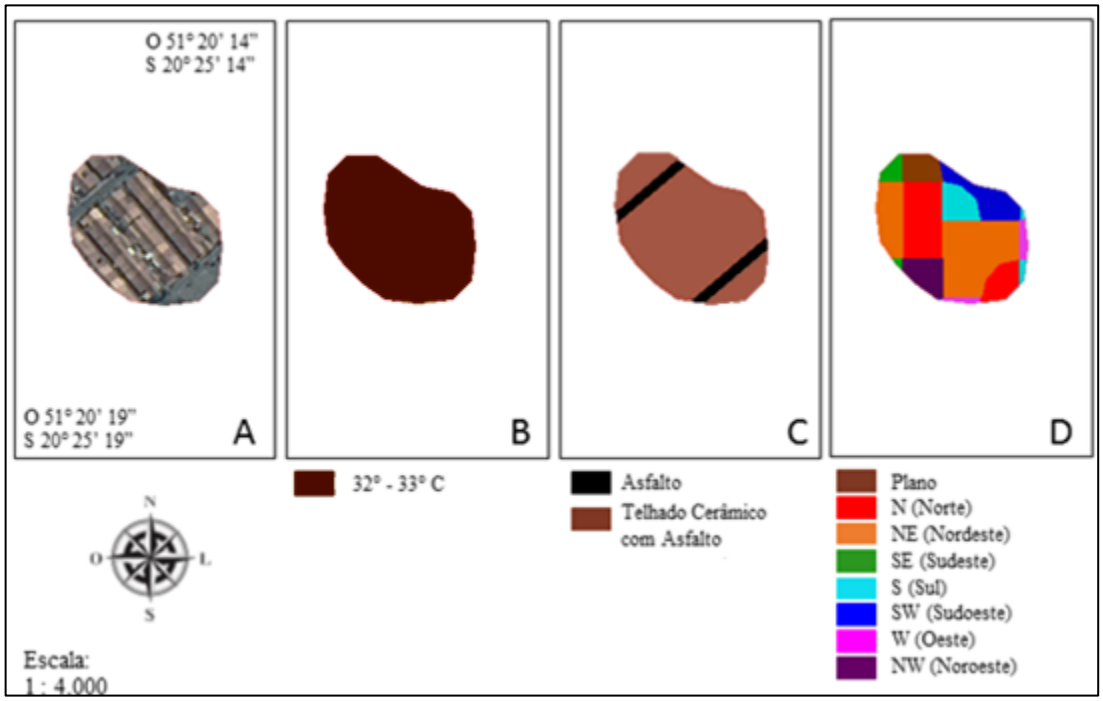
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)					TOTAL
	E	SE	S	SW	W	
Área (ha)	0,099	0,159	0,127	0,247	0,367	0,999
Área (%)	9,87	15,92	12,72	24,74	36,75	100,00

(1) E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste.

Vários fatores influenciam a ocorrência do fenômeno nesta área, a área residencial, classificada como telhado cerâmico e lajotas, apresentam casas dispostas em ruas estreitas (vielas), com um número adensado de casa por rua, dificultando o transporte de vento. Outro ponto relevante é a orientação das vertentes associadas ao uso do solo, principalmente ao solo exposto. O solo exposto, sem cobertura vegetal, possui alta amplitude térmica, aquecendo rapidamente durante o período de exposição solar, levando a consequente elevação de temperatura durante o dia, aumentando a irradiação de calor e a temperatura em seu entorno (MASHIKI, 2012).

A Área 7 (Figura 16, Tabela 21 e 22) apresenta em sua totalidade 1 ha, onde 92% está ocupada por área residencial, com pavimento asfáltico entre suas ruas, localizada no bairro Zona Norte.

Figura 16 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 7, na imagem de 27/12/2013



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 21 - Uso e ocupação do solo na Área 7, identificada na imagem de 27/12/2013

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (1)		TOTAL
	ASF	TCA	
Área (ha)	0,077	0,929	1,006
Área (%)	7,654	92,346	100,000

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

As vertentes de maior influência, ocorrem em aproximadamente 13% da área total.

Tabela 22 - Orientação de Vertentes na Área 7, identificada na imagem de 27/12/2013

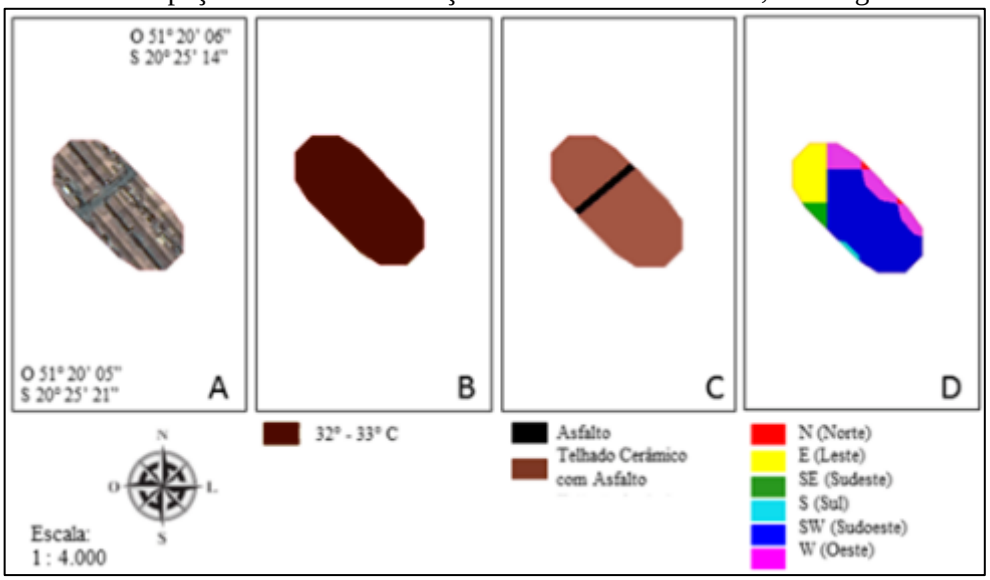
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,213	0,421	0,030	0,086	0,102	0,024	0,070	0,060	1,006
Área (%)	21,18	41,84	3,00	8,53	10,17	2,40	6,96	5,92	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

O fator que favorece a ocorrência da ICU na Área 7 é a disposição das casas adensadas.

A Área 8 (Figura 17, Tabela 23 e 24), foi identificada com uma área total de 0,78 ha, o uso do solo nesta área é semelhante ao da Área 7, com ocorrência das classes TCA e ASF. Porém, nesta ilha há um fator que merece muita atenção, a orientação das vertentes, onde as vertentes SW e W, somadas, ocupam uma área próxima de 77%, ou seja, sofre alta incidência solar, associadas ao material de cobertura e de pavimentação, favorece a ocorrência do fenômeno.

Figura 17 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 8, na imagem de 27/12/2013



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 23 - Uso e ocupação do solo na Área 10, identificada na imagem de 27/12/2013

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (1)		TOTAL
	ASF	TCA	
Área (ha)	0,038	0,748	0,786
Área (%)	4,835	95,165	100,000

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

Tabela 24 - Orientação de Vertentes na Área 10, identificada na imagem de 27/12/2013

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)						TOTAL
	N	E	SE	S	SW	W	
Área (ha)	0,003	0,146	0,025	0,006	0,484	0,122	0,787
Área (%)	0,38	18,54	3,20	0,78	61,54	15,56	100,00

(1) N, Norte; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste.

Nas ilhas de calor localizadas em áreas ocupadas com residências e construções comerciais, a classe predominante foi a "Telhado cerâmico e asfalto", seguida por "Telhado cerâmico com lajotas". Estas classes representam áreas edificadas, com cobertura de telha de cerâmica, localizadas em passeios, onde as casas são germinadas em sua grande maioria, dificultando a circulação de ar e retendo o ar quente, contribuindo assim, para a emissão da radiação termal. O tipo de pavimentação asfáltica presente nas vias de acesso, influenciou a temperatura, pois, áreas residenciais com pavimentação asfáltica eram superiores a 57% da área total das ICU. De acordo com GARTLAND (2010), a coloração do asfalto tende a manter a temperatura alta, sob o sol de verão, liberando o calor para o ar por meio de convecção.

No dia anterior a passagem do satélite, houve uma precipitação na área urbana, assim, favorecendo o arrefecimento das áreas,

4.3 Ilha de Calor Urbana em 28/01/2014

Foi possível observar na Figura 18 a presença de 02 ICU, (Área 1 e Área 2), ambas apresentaram uma temperatura entre 30 a 31°C.

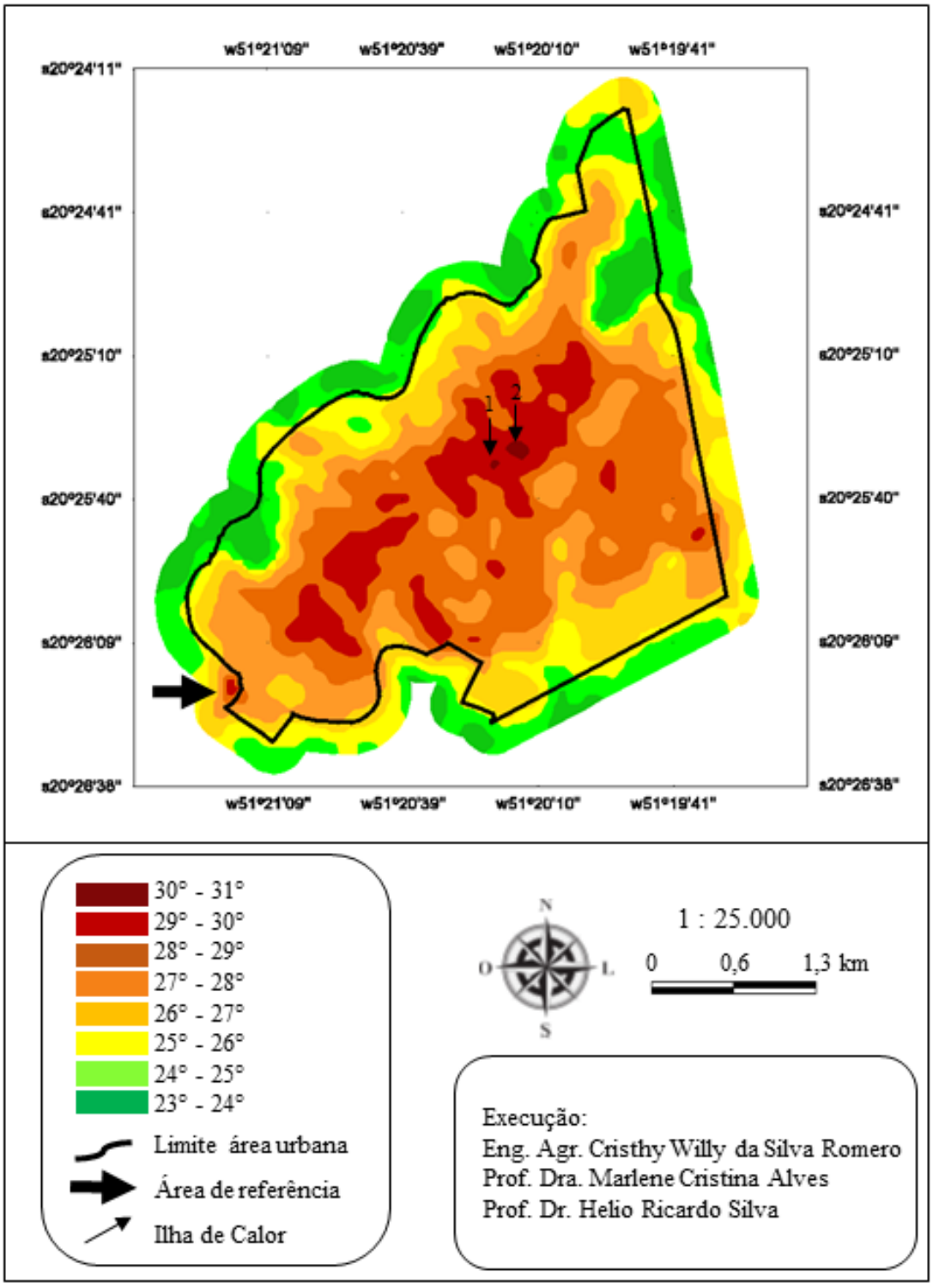
A área de temperatura mais alta localizada no entorno da área urbana, utilizada como referência para identificar as ICU, apresentou intervalo de temperatura entre 29 a 30°C, tendo como uso do solo as classes "Asfalto", "Pavimentos cimentados" e "Vegetação herbácea".

As duas áreas de ICU ocorridas em 28/01/2014, de acordo com a classificação de GARCÍA (1996), estão classificadas como fraca magnitude, pois a amplitude térmica destas quando comparadas a área de referência do entorno de 200m foi de apenas 1°C.

A área urbana de Ilha Solteira compreende uma extensão territorial de 690,37 ha, as áreas de ICU em 28/01/2014 ocuparam 1,71 ha, ou seja, aproximadamente 0,25% da cidade Ilha Solteira apresentou ilha de calor.

De acordo com os dados climatológicos obtidos pela estação do Canal CLIMA, às 10:00 horas, em Ilha Solteira, a velocidade do vento era de 5,5 km/h, considerado fraco, sendo assim, favorecendo a ocorrência da ICU no local, concordando com GARTLAND (2010), onde o autor afirma que ventos mais brandos removem o calor de maneira mais vagarosa, fazendo com que a ilha de calor se torne mais intensa.

Figura 18 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 28/01/2014

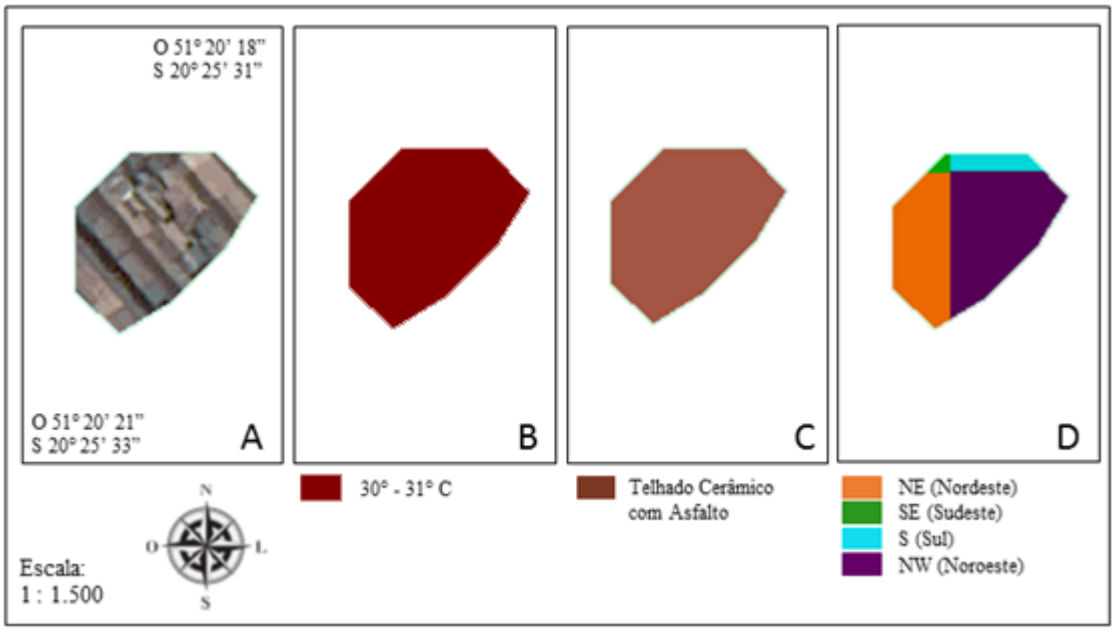


Fonte: Elaboração do próprio autor

Conforme observado na Figura 19, a ICU denominada Área 1, está localizada em área residencial, visto pelo quadro A, com a imagem do satélite Pleiades.

De acordo com a Tabela 25, a área total da ilha de calor denominada Área 1 é de 0,641 ha, esta ilha tem como uso e ocupação do solo a classe TCA.

Figura 19 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 28/01/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 25 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 28/01/2014.

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (1)	TOTAL
	TCA	
Área (ha)	0,641	0,641
Área (%)	100,00	100,00

(1)TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

Foi possível observar na Tabela 26, que, a classe de orientação de vertentes de maior ocorrência foi a NW, Noroeste, ocupando 54,76% da área total desta ilha, seguida pela classe NE, Nordeste, com 28,39%.

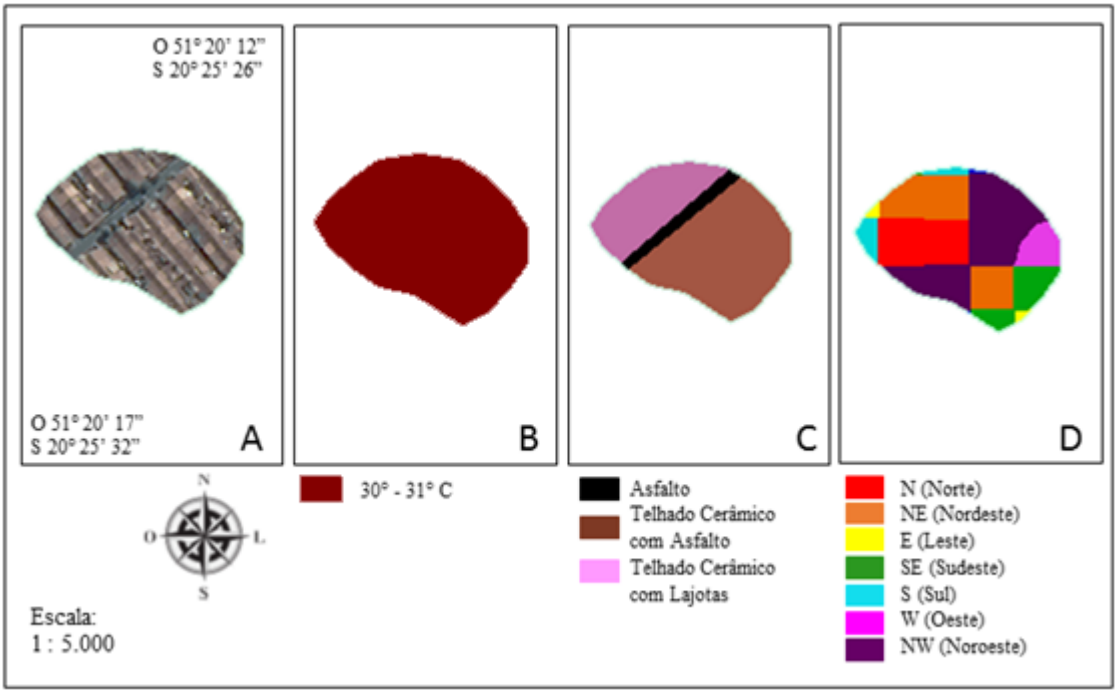
Tabela 26 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 28/01/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)				TOTAL
	NE	SE	S	NW	
Área (ha)	0,162	0,023	0,085	0,371	0,641
Área (%)	28,39	3,59	13,26	54,76	100,00

(1)NE, Nordeste; SE, Sudeste; S, Sul; NW, Noroeste.

A ICU denominada Área 2, novamente está ocorrendo em área residencial, conforme a Figura 20, quadro A, com a disposição adensada de casas. Nesta ICU ocorreu maior número de classes de uso e ocupação do solo (TCA, TCL e ASF) e orientação de vertentes (N, NE, E, SE, S, W e NW), quando comparada a Área 1.

Figura 20 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 28/01/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

De acordo com a Tabela 27, foi possível verificar que a somatória das classes de uso e ocupação do solo, resultam em 1,070 ha, sendo a classe TCA a predominante, ocupando 59,93% da área total.

Tabela 27 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 28/01/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)			TOTAL
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,104	0,641	0,325	1,070
Área (%)	9,70	59,93	30,37	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

A classe de orientação de vertentes com maior ocorrência foi a NW, conforme Tabela 28, ocupando aproximadamente 34% da área total da ICU, seguida de NE, 25% e N,

aproximadamente 18%. A orientação de vertentes nesta ICU não influenciou na temperatura de superfície da mesma.

Tabela 28 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 28/01/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Área (ha)	0,192	0,270	0,015	0,110	0,045	0,005	0,071	0,362	1,070
Área (%)	17,96	25,25	1,39	10,24	4,18	0,51	6,62	33,85	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A classe de maior ocorrência observada nesta data, foi a TCA (aproximadamente 75% da área total das 2 ICU), que é a representação de casas com telhado de material cerâmico e ruas pavimentadas com asfalto, corroborando com GOUVÊA (2006), onde materiais impermeáveis e o baixo albedo, como do asfalto, resultam em altas temperaturas na superfície.

4.4 Ilha de Calor Urbana em 17/03/2014

De acordo com os dados obtidos em 17/03/2014 (Figura 21), foram identificadas 18 áreas com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Área 1, em algarismos arábicos sequenciais, até Área 18. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 29 a 30°C, com ocorrência das seguintes classes: Asfalto, Pavimentos cimentados e Vegetação herbácea.

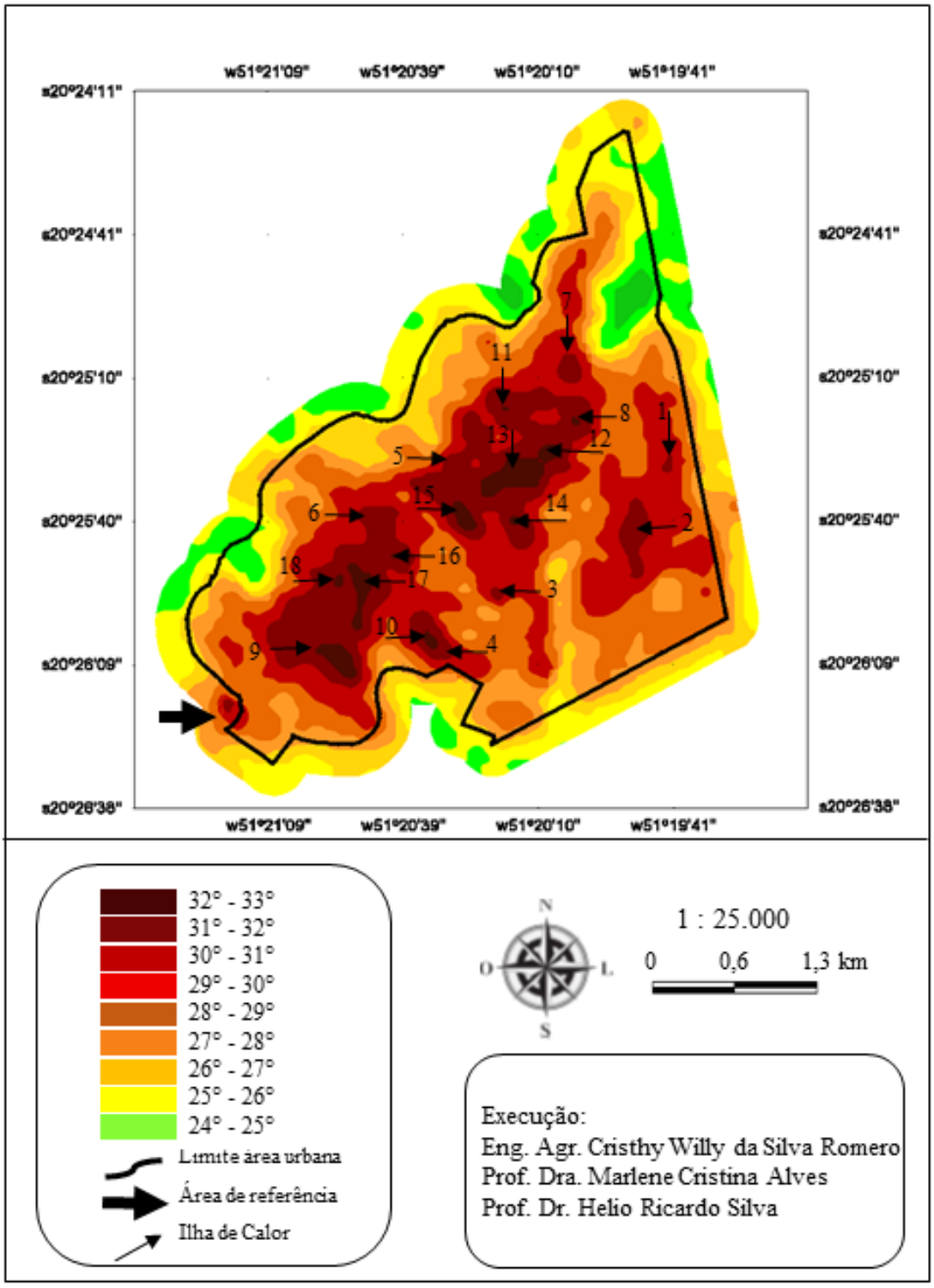
As áreas denominadas Área 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 estiveram com uma temperatura de 30 a 31°C, 1°C acima da área de referência, enquanto as áreas descritas como Área 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18, apresentaram temperatura de superfície de 31 a 32°C, 2°C acima da área utilizada como referência na identificação de ICU.

A amplitude térmica das ICU foi de 2°C, classificada como fraca magnitude, de acordo com a classificação de GARCÍA (1996).

Todas as áreas de ICU encontradas nesta data, tiveram uma somatória de 120,21 ha, equivalente a 17,41% da área urbana de Ilha Solteira.

De acordo com os dados obtidos pelo Canal CLIMA, a velocidade do vento em Ilha Solteira no momento da aquisição da imagem espacial, foi de 0,5 km/h, considerado fraco, tal fato favoreceu a ocorrência de ICU na cidade.

Figura 21 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 17/03/2014

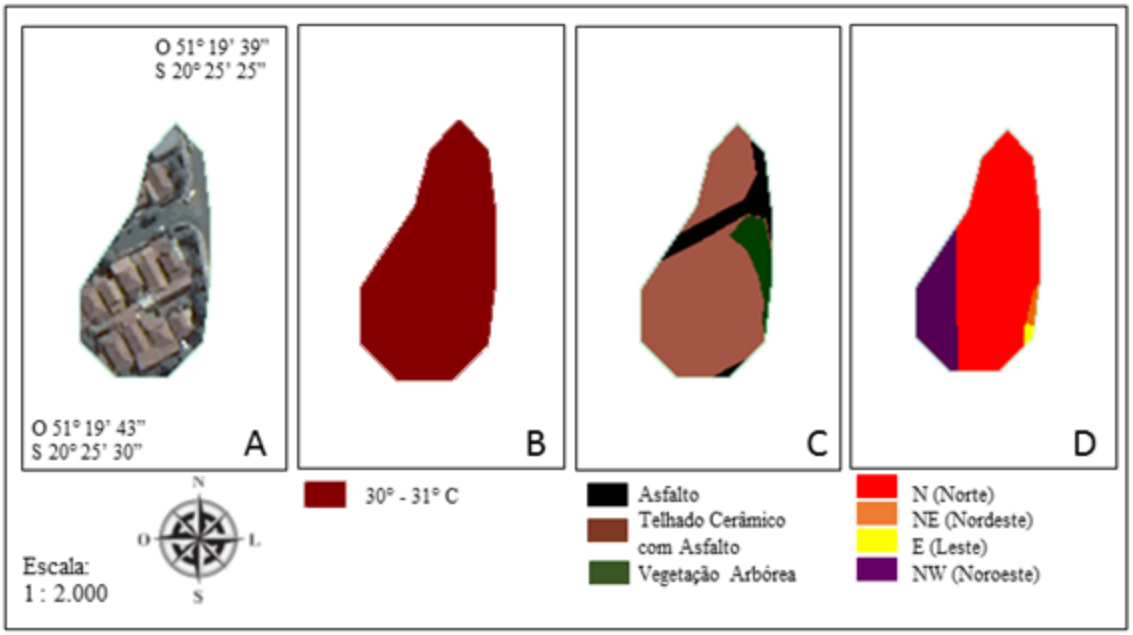


Fonte: Elaboração do próprio autor

Na Área 1 (Figura 22), a ICU está localizada em área residencial (quadro A) e apresentou uma temperatura de superfície de 30 a 31°C (quadro B) e 3 classes de uso e ocupação

do solo, Asfalto, Telhado cerâmico com asfalto e Vegetação arbórea (quadro C) e 4 classes de orientação de vertentes, N, NE, E e NW (quadro D).

Figura 22 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Segundo dados obtidos na Tabela 29, foi possível afirmar o predomínio da classe TCA na Área 1, ocupando 84,60% da área total desta ICU, 0,405 ha, e a menor classe a VA, com 7,76%.

Tabela 29 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 17/03/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (1)			TOTAL
	ASF	TCA	VA	
Área (ha)	0,062	0,342	0,031	0,405
Área (%)	15,40	84,60	7,76	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; VA, Vegetação arbórea.

A classe de orientação de vertentes predominante nesta ICU é a N, preenchendo 76% da área total, conforme os dados da Tabela 30.

Tabela 30 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 17/03/2014

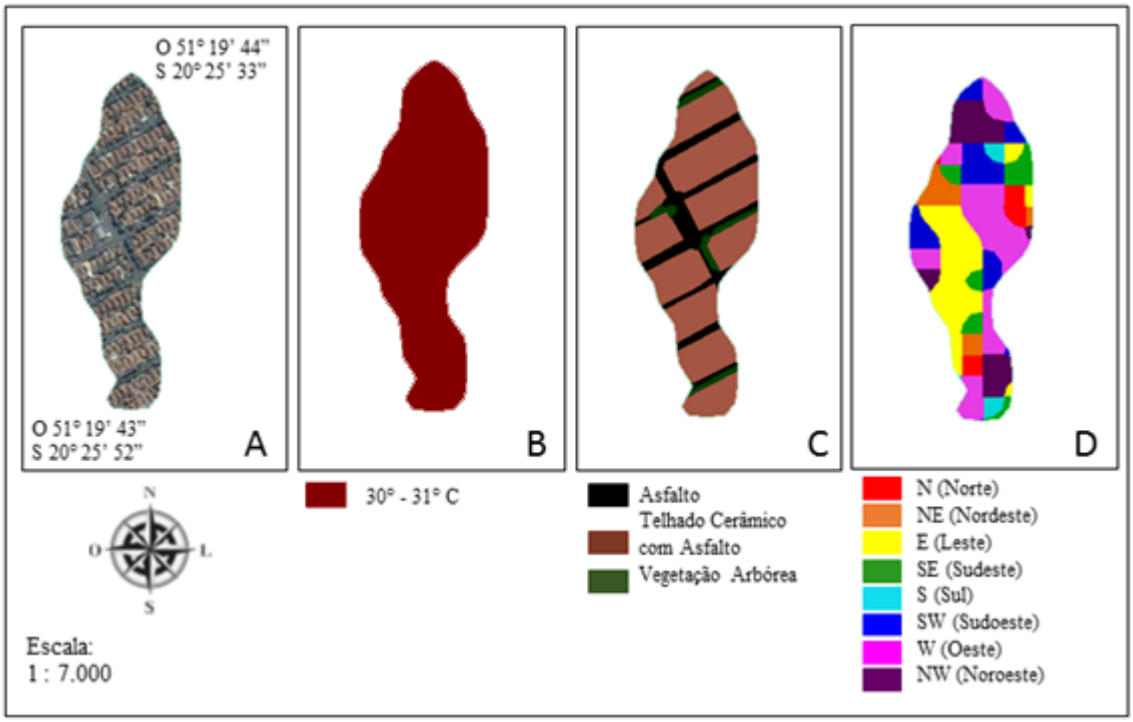
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)				TOTAL
	N	NE	E	NW	
Área (ha)	0,332	0,007	0,003	0,095	0,437
Área (%)	76,02	1,56	0,66	21,75	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, NW, Noroeste.

Na Área 1, a ocorrência do fenômeno da ICU está diretamente associada ao uso e ocupação do solo, devido à grande área ocupada pela classe TCA (84,60%), seguida de ASF (15,40%), mesmo havendo a presença de vegetação arbórea, não foi considerada o suficiente para efeito de arrefecimento na área, devido a instalação de materiais absorvedores de calor, como o asfalto e telhado cerâmico.

A Área 2 de 17/03/2014 (Figura 23) foi identificada com temperatura de superfície entre 30 a 31°C (quadro B), apresentou a ocorrência de 3 classes em sua área (quadro C), Asfalto, Telhado cerâmico com asfalto e Vegetação Arbórea.

Figura 23 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

A ilha de calor está localizada em área residencial, e possui em sua totalidade 5,561 ha, de acordo com dados observados na Tabela 31, onde, a classe TCA ocupa uma área superior a 70% de sua extensão territorial.

Tabela 31 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 17/03/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (1)			TOTAL
	ASF	TCA	VA	
Área (ha)	1,214	4,109	0,237	5,560
Área (%)	21,86	73,88	4,25	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; VA, Vegetação arbórea.

Esta ilha foi favorecida pelo relevo que apresenta as orientações de vertentes 27% com face voltada a orientação W e 14,5% para SW (Tabela 32), ou seja, aproximadamente 42% de sua área total recebendo alta incidência solar.

Tabela 32 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 17/03/2014

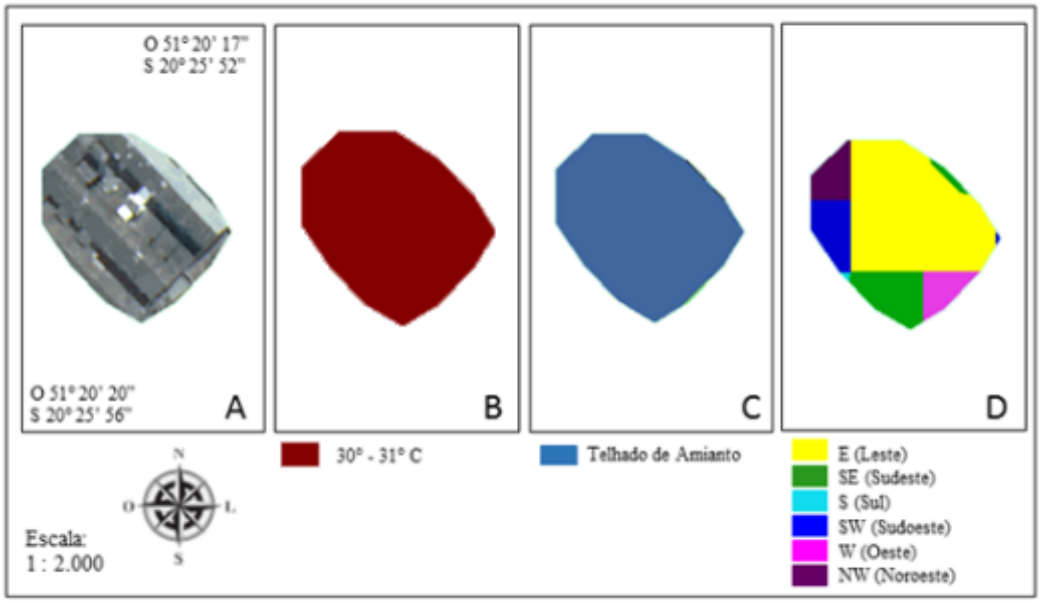
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Área (ha)	0,270	0,384	1,277	0,433	0,153	0,808	1,505	0,730	5,560
Área (%)	4,86	6,90	22,96	7,78	2,74	14,53	27,08	13,14	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

Embora a classe de maior ocorrência nesta ICU seja a TCA, residências com telhados cerâmicos e suas vias pavimentadas com asfalto, e este fato favorece o aumento da temperatura de superfície, o fenômeno teve também contribuição do relevo no local, pois apresentou com suas orientações de vertentes W e SW, de acordo com COSTA et al. (2010) na cidade de Ilha Solteira, essas orientações recebem alta incidência solar.

A Área 3 está representada na Figura 24, a ICU está localizada em uma área comercial, com temperatura de superfície entre 30 a 31°C (quadro B).

Figura 24 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 3, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

O uso e ocupação do solo predominante nesta área é TA, telhado de amianto, com 99,3% da sua área, totalizada em 0,442 ha (Tabela 33).

Tabela 33 - Uso e ocupação do solo na Área 3, identificada na imagem de 17/03/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (1)			TOTAL
	ASF	TA	VH	
Área (ha)	0,002	0,439	0,001	0,442
Área (%)	0,50	99,30	0,20	100,00

(1) ASF, Asfalto; TA, Telhado amianto; VH, Vegetação herbácea.

A ICU representada pela Área 3, tem o predomínio da classe E como orientação de vertente, responsável por 62,73% da área total, sendo assim, desconsiderando a orientação de vertente para a formação desta ICU (Tabela 34).

Tabela 34 - Orientação de Vertentes na Área 3, identificada na imagem de 17/03/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)						TOTAL
	E	SE	S	SW	W	NW	
Área (ha)	0,278	0,060	0,002	0,043	0,030	0,031	0,443
Área (%)	62,73	13,51	0,34	9,67	6,85	6,89	100,00

(1)E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

Na Área 3 a ocorrência do aumento da temperatura de superfície esteve totalmente relacionada ao uso e ocupação do solo, onde quase 100% de sua área foi identificado com áreas

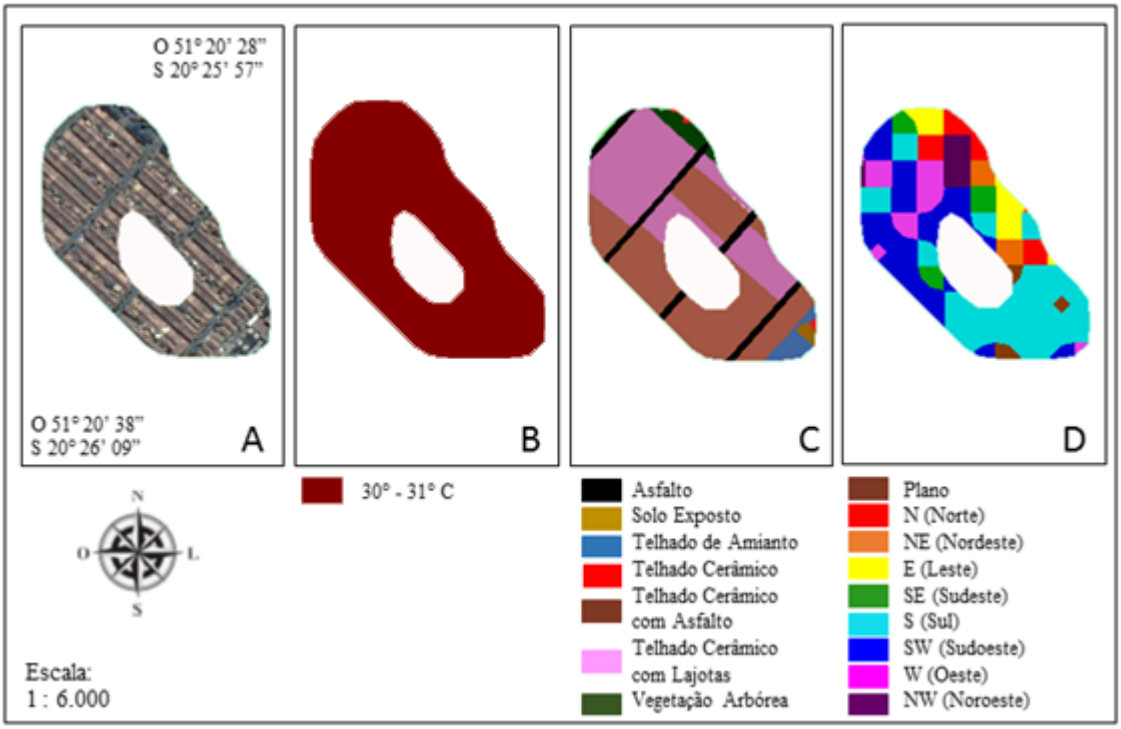
construídas e cobertas com telhas de amianto, concordando com TEZA & BAPTISTA (2005), onde as telhas de cimento e amianto são materiais que tem alta refletância, o que aumenta significativamente a irradiação de calor para a atmosfera.

A ICU representada na Figura 25, denominada como Área 4, está localizada em áreas residenciais e comercial, com a temperatura de superfície entre 30 a 31°C.

Conforme observado na Tabela 35, as classes de maior ocorrência são TCA, TCL e ASF, com uma somatória de aproximadamente 83% da área total da ICU. A ocorrência destas classes dentro desta ICU, vai de encontro ao colocado por COLTRI et al. (2007), onde, áreas que apresentam ICU mais intensas apresentam estruturas com telhas de cimento, amianto e asfalto, corroborando com PAIVA (2005), destacando que esses materiais são responsáveis pela formação da maioria das ICU das cidades.

A presença de espécies arbóreas dentro desta ICU não teve efeito na diminuição da temperatura de superfície local, pois a classe VA teve ocorrência de apenas 2,99% da área total desta ICU, mesmo assim, não sendo concentrada em apenas uma parte, tal fato concorda com COLTRI et al. (2007), onde a pouca ou nenhuma área verde, aumenta a temperatura local, intensificando as ilhas de calor.

Figura 25 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 4, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 35 - Uso e ocupação do solo na Área 4, identificada na imagem de 17/03/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (1)								TOTAL
	ASF	TCA	TCL	TA	TC	SE	VA	VH	
Área (ha)	0,423	2,081	1,640	0,150	0,019	0,034	0,134	0,013	4,494
Área (%)	9,42	46,31	36,49	3,33	0,42	0,77	2,99	0,28	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; TA, Telhado amianto; TC, Telhado cerâmico; SE, Solo exposto; VA, Vegetação arbórea; VH, Vegetação herbácea.

De acordo com os dados da Tabela 36, a classe de orientação de vertentes de maior ocorrência é a S, porém, apresenta, em somatória, aproximadamente 36% com vertentes voltadas para SW e W, desta forma, havendo uma contribuição das orientações de vertentes na formação de ICU.

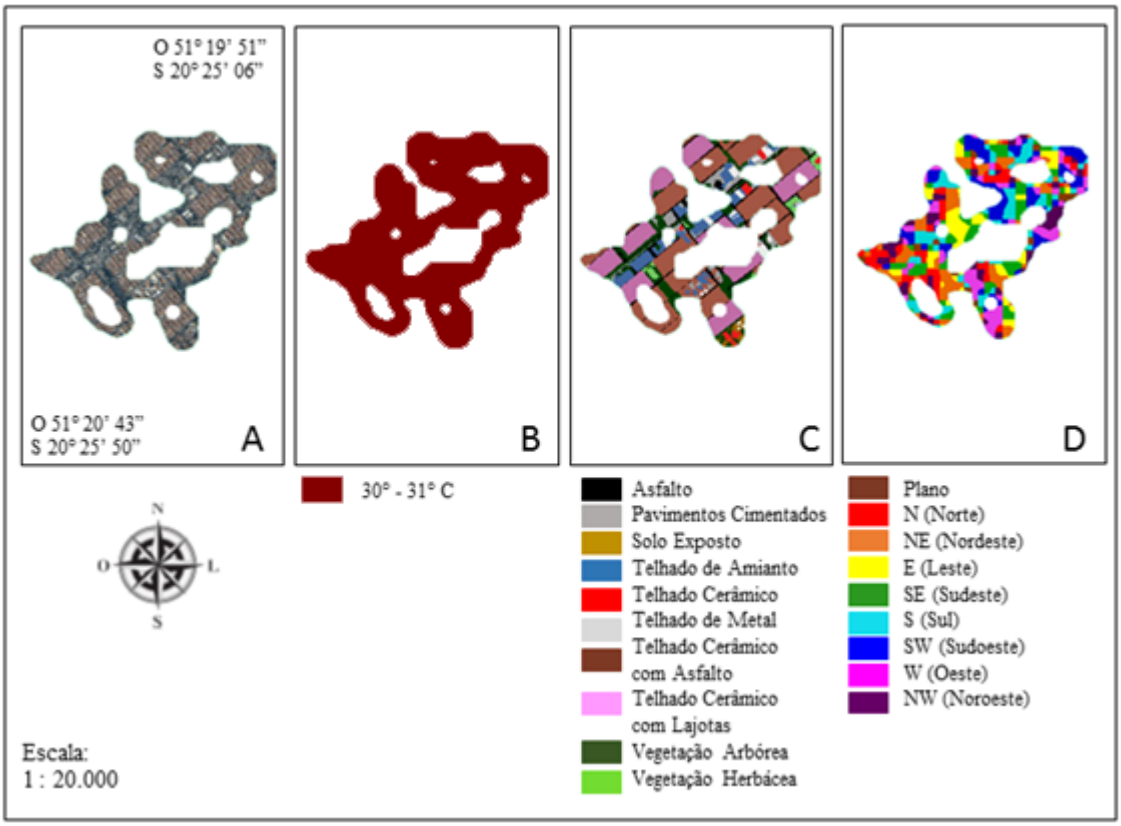
Tabela 36 - Orientação de Vertentes na Área 4, identificada na imagem de 17/03/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Área (ha)	0,314	0,180	0,310	0,234	1,659	1,137	0,371	0,207	4,411
Área (%)	7,12	4,09	7,02	5,31	37,60	25,78	8,41	4,68	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 5 (Figura 26), apresentou uma temperatura de superficie entre 30 a 31°C (quadro B). A área total desta ICU foi de 45,420 ha, a segunda maior encontrada em 17/03/2014. Esta ICU esta localizada no bairro Zona Norte da cidade de Ilha Solteira, abrangendo áreas residenciais e comerciais (quadro A). De acordo com o quadro C, foi possivel constatar a presença das classes Asfalto, Pavimentos Cimentados, Solo Exposto, Telhado de Amianto, Telhado Cerâmico, Telhado de Metal, Telhado Cerâmico com Asfalto, Telhado Cerâmico com Lajotas, Vegetação Arbórea e Vegetação Herbácea. As classes de Orientação de Vertentes encontradas, de acordo com o quadro D foram: Plano, N, NE, E, SE, S, SW, W e NW.

Figura 26 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 5, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Embora a ocorrência de quase todas as classes identificadas neste trabalho, a somatória das classes ASF, TCA e TCL, resultou em 64,06% de sua área total e apenas 11% da área foi identificada com VA (Tabela 37). As áreas de vegetação arbórea encontradas, encontram-se espalhadas dentro da ICU, assim, não reduzindo a temperatura.

Tabela 37 - Uso e ocupação do solo na Área 5, identificada na imagem de 17/03/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)										TOTAL
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	TC	TM	SE	VA	VH	
Área (ha)	7,235	8,205	12,377	4,832	3,716	0,619	0,915	0,127	4,791	0,604	43,420
Área (%)	16,66	18,90	28,50	11,13	8,56	1,43	2,11	0,29	11,03	1,39	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC. Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TC, Telhado cerâmico; TM, Telhado de metal; SE, Solo exposto; VA, Vegetação arbórea; VH, Vegetação herbácea.

Na Área 5, a orientação de vertente de maior ocorrência foi a SW, 18,69%, seguida da classe W, com 15,21%, estas áreas apresentam maior exposição direta a radiação solar, assim, sendo um fator importante na formação da ICU neste local (Tabela 38).

Tabela 38 - Orientação de Vertentes na Área 5, identificada na imagem de 17/03/2014

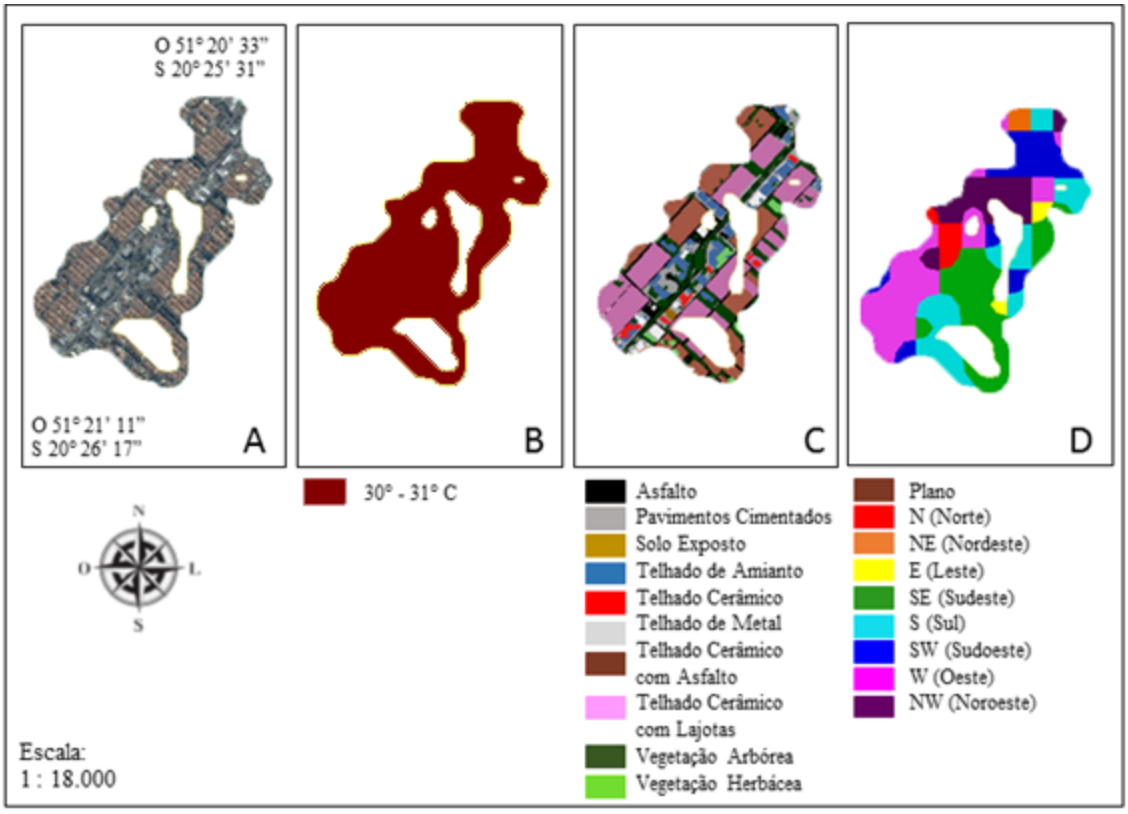
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	3,087	4,823	5,714	3,201	4,948	8,086	6,583	6,317	0,509	43,420
Área (%)	7,13	11,15	13,21	7,40	11,44	18,69	15,21	14,60	1,18	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A grande maioria das residencias instaladas neste bairro, apresentam em suas construções, o padrão de casas germinadas, residencias adensadas e justapostas, com ruas estreitas (vielas), dificultando a circulação dos ventos.

A ICU denominada Área 6, novamente apresenta todas as classes de uso e ocupação do solo, como descrito anteriormente, esta localizada no bairro Zona Sul de Ilha Solteira, contendo áreas residenciais e comerciais (Figura 27). Na região Sul da cidade, encontra-se vários bolsões de estacionamentos, onde os mesmos muitas vezes não apresentam uma estrutura paisagistica, com especies arbóreas plantadas no intuito de arrefecimento do local. A temperatura de superficie encontrada foi de 30 a 31°C.

Figura 27 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 6, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

De acordo com a Tabela 39, a Área 6 apresentou uma área total de 47,780 ha, a maior ICU ocorrida em 17/03/2014. Novamente as classes de maior ocorrência nesta ICU foram TCA, (34,8%), TCL (21,97%) e ASF (14,75%), totalizando em 71,52% da área total da ilha de calor, onde predomínio de material de cobertura é a telha de amianto e o asfalto e lajotas de concreto, concordando com ALVES & VECCHIA (2012), onde os relatam que o asfalto e o concreto, são as superfícies que mais emitem radiação, e consequentemente, aumentam a temperatura do ar, favorecendo a ocorrência do fenômeno chamado de ilha de calor urbana.

Tabela 39 - Uso e ocupação do solo na Área 6, identificada na imagem de 17/03/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)										TOTAL
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	TC	TM	SE	VA	VH	
Área (ha)	7,050	16,628	10,499	2,966	3,534	0,712	0,953	0,598	4,114	0,728	47,780
Área (%)	14,75	34,80	21,97	6,21	7,40	1,49	1,99	1,25	8,61	1,52	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC. Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TC, Telhado cerâmico; TM, Telhado de metal; SE, Solo exposto; VA, Vegetação arbórea; VH, Vegetação herbácea.

Analisando a Tabela 40, as classes de orientação de vertentes de maior influência na área urbana de Ilha Solteira (SW e W), ocupam 25,7% da área total da ICU encontrada.

Tabela 40 - Orientação de Vertentes na Área 6, identificada na imagem de 17/03/2014

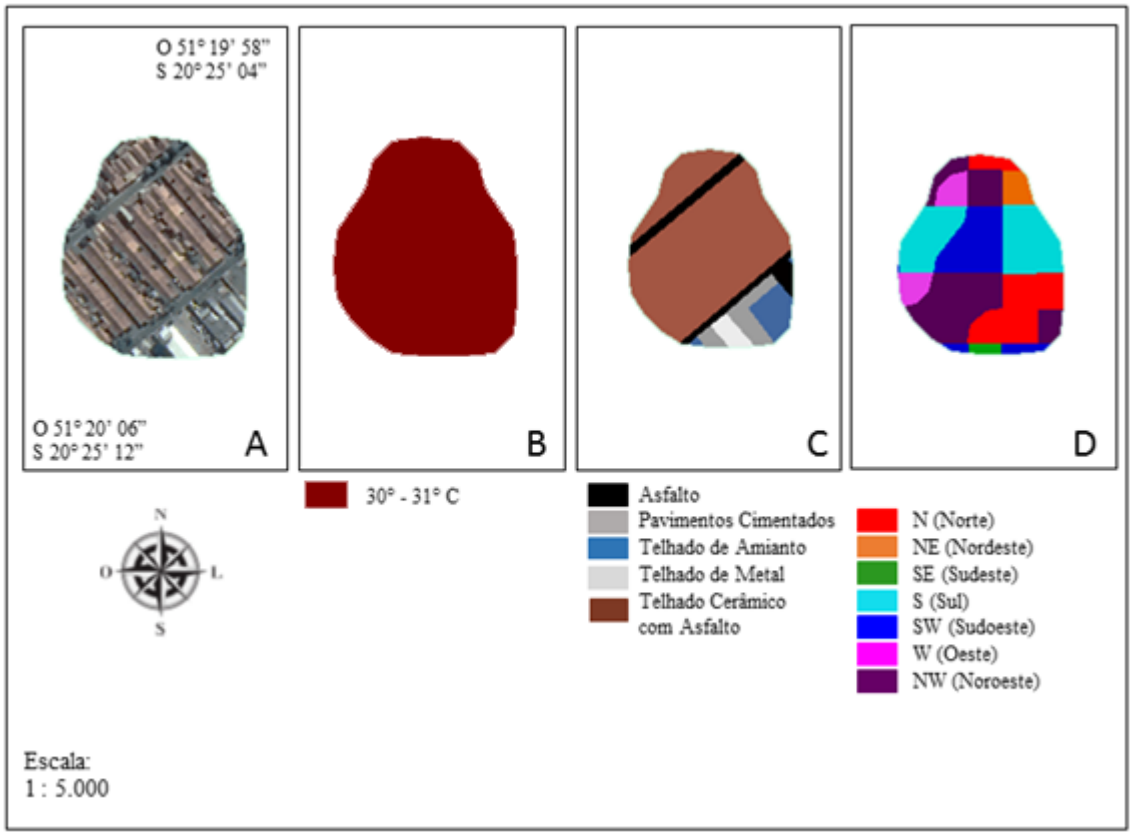
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (¹)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	5,008	7,308	5,508	6,239	6,452	6,971	5,317	4,093	0,915	47,780
Área (%)	10,47	15,28	11,52	13,05	13,49	14,58	11,12	8,56	1,91	100,00

(¹) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

Assim como visto na Área 5, a Área 6 tem em suas classes a VA, porém não foi suficiente para mitigar a ICU encontrada.

Na Área 7 de 17/03/2014 (Figura 28), as classes de uso do solo variaram entre Asfalto, Pavimentos Cimentados, Telhado de Amianto, Telhado de Metal e Telhado Cerâmico com Asfalto (quadro C).

Figura 28 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 7, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

A ICU denominada Área 7, possui em sua totalidade uma área de 2,132 há, onde 71,71% está sendo ocupada por Telhado Cerâmico com Asfalto (Tabela 41).

Tabela 41 - Uso e ocupação do solo na Área 7, identificada na imagem de 17/03/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)					TOTAL
	ASF	TCA	PC	TA	TM	
Área (ha)	0,267	1,529	0,155	0,128	0,054	2,132
Área (%)	12,50	71,71	7,25	6,02	2,51	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; PC. Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TM, Telhado de metal.

Todas as classes encontradas são compostas de materiais que favorecem o desenvolvimento de ICU, pois são materiais de grande capacidade calorifica, assim, armazenam mais calor em suas massas, aumentando a temperatura do material, consequentemente, refletindo na temperatura de superfície.

De acordo com os dados observados na Tabela 42, a orientação de vertente de maior ocorrência é a NW (27,56%), seguida da S (25,45%). As classes de maior incidência solar na

área urbana, em sua somatória, ocupam um espaço de aproximadamente 23% da área total da ICU, sendo assim, é um fator relevante no aumento temperatura no local.

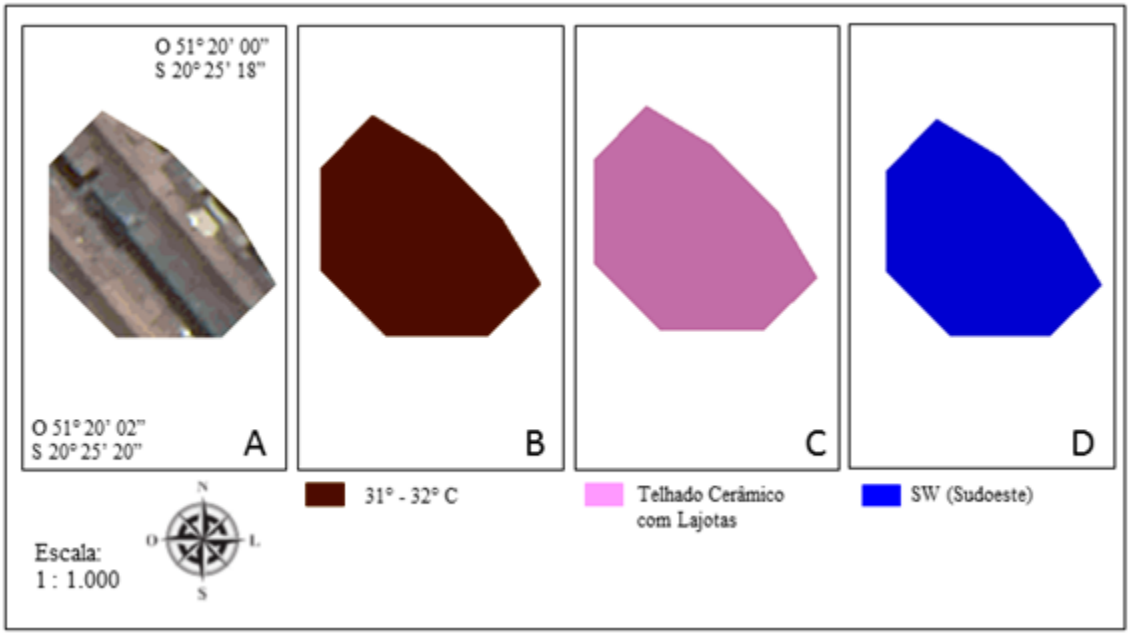
Tabela 42 - Orientação de Vertentes na Área 7, identificada na imagem de 17/03/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (¹)							TOTAL
	N	NE	SE	S	SW	W	NW	
Área (ha)	0,397	0,078	0,033	0,543	0,346	0,148	0,588	2,132
Área (%)	18,62	3,67	1,56	25,45	16,22	6,93	27,56	100,00

(¹) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

Segundo os dados apresentados na Figura 29, a ICU correspondente a Área 8 teve a amplitude de 2°C, comparada a área de referência no entorno do limite urbano de Ilha Solteira, atingindo a temperatura de 31 a 32°C (quadro B). O uso do solo nesta área é apenas Telhado Cerâmico com Lajotas (quadro C) e a orientação de vertente SW (quadro D).

Figura 29 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 8, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Esta ICU ocupa uma área de 0,176 ha (Tabela 43), localizada em área residencial, e 100% de sua área está associada a classe de uso TCL.

Tabela 43 - Uso e ocupação do solo na Área 8, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)	TOTAL
	TCL	

Área (ha)	0,176	0,176
Área (%)	100,00	100,00

(1)TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

Toda esta ICU tem sua face exposta para a orientação SW, sudoeste (Tabela 44), onde recebe alta incidência solar, sendo assim, não só o uso do solo, mas também a orientação de vertente influenciou diretamente na formação da ilha de calor nesta área.

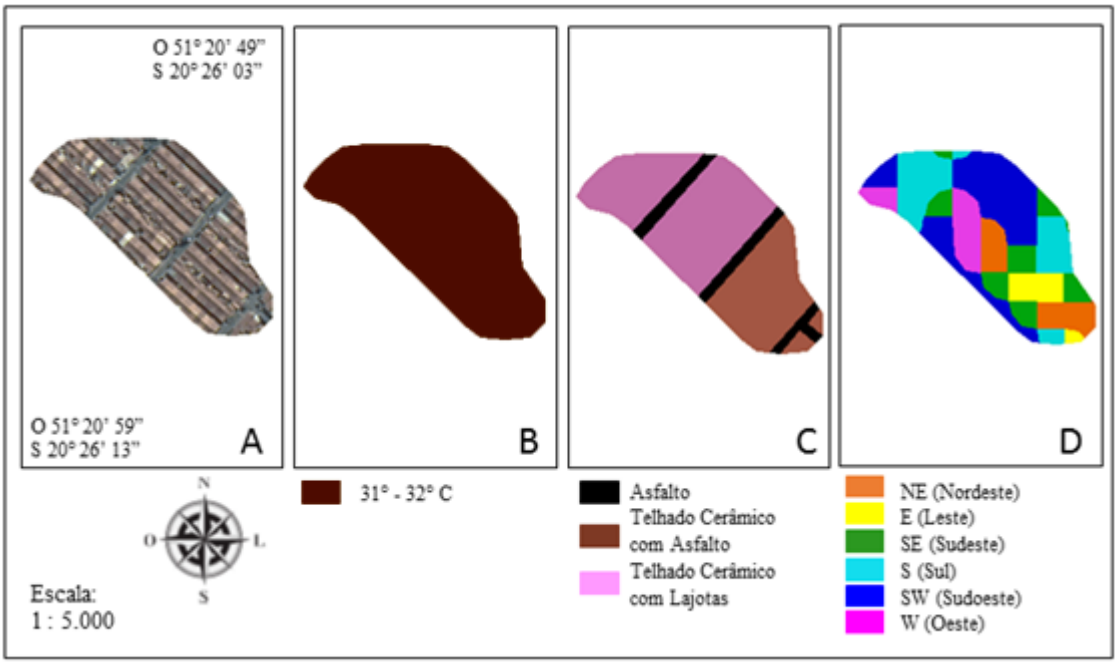
Tabela 44 - Orientação de Vertentes na Área 8, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Orientação de Vertentes (1)	TOTAL
	SW	
Área (ha)	0,176	0,176
Área (%)	100,00	100,00

(1)SW, Sudoeste.

A Área 9 (Figura 30) de 17/03/2014, está localizada somente em área residencial, (quadro A), com temperatura de 31 a 32°C (quadro B). O uso do solo nesta área está associado as classes ASF, TCA e TCL (quadro C) e a orientação de vertentes as classes NE, E, SE, S, SW e W (quadro D).

Figura 30 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 9, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

De acordo com os dados da Tabela 45, a área total desta ICU é 2,954 ha, mais de 50% desta área está representada com a classe TCL (Telhado cerâmico e lajotas), na área restante há a presença de material de pavimentação asfáltica e área residencial com cobertura de telhado cerâmico e pavimento asfáltico entre as casas.

Tabela 45 - Uso e ocupação do solo na Área 9, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)			TOTAL
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,390	0,922	1,642	2,954
Área (%)	13,20	31,21	55,60	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

Os dados de orientação de vertentes, descritos na Tabela 45, enfatizam a relação das orientações de vertentes na temperatura desta área, pois, em mais de 40% de sua área total está a orientação SW e W.

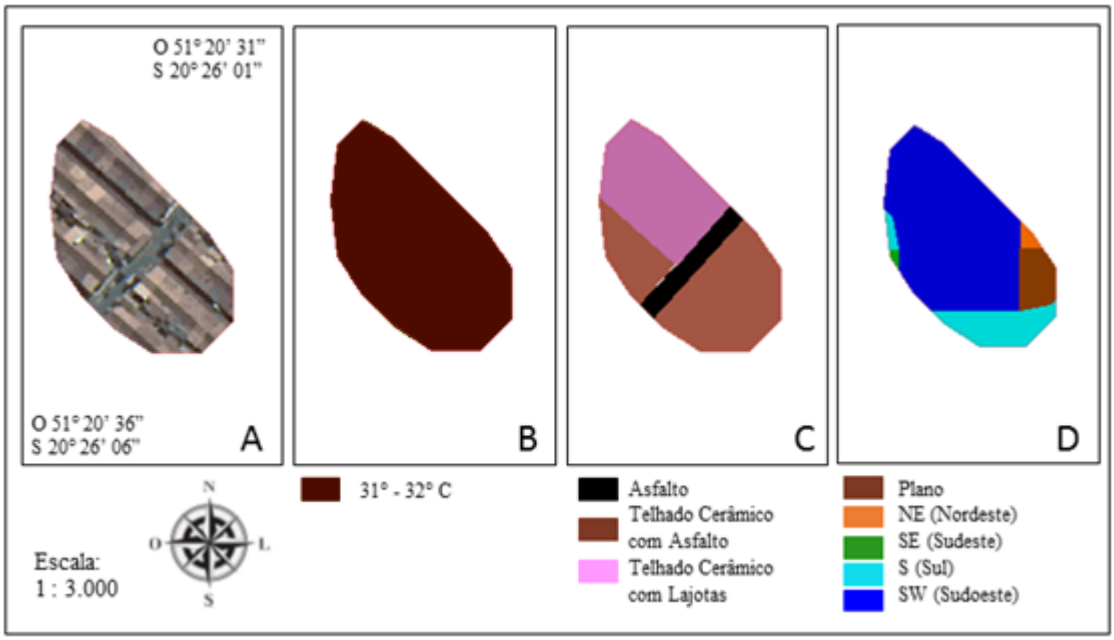
Tabela 46 - Orientação de Vertentes na Área 9, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Orientação de Vertentes (¹)						TOTAL
	NE	E	SE	S	SW	W	
Área (ha)	0,378	0,214	0,449	0,649	0,947	0,316	2,954
Área (%)	12,81	7,26	15,20	21,98	32,07	10,68	100,00

(¹)NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste.

Na Área 10 (Figura 31) a temperatura de superfície foi entre 31 a 32°C, o efeito ilha de calor ocorreu em área destinada a moradias, com construção adensada de residências.

Figura 31 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 10, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Esta ICU apresentou uma área total de 0,614 ha (Tabela 47), sendo 52,15% desta área classificada como TCA e 38,09% como TCL, ou seja, mais de 90% de extensão territorial desta ICU está associada a residências com telhado cerâmico, variando a pavimentação entre asfáltica e lajotas de concreto.

Tabela 47 - Uso e ocupação do solo na Área 10, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (1)			TOTAL
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,060	0,320	0,234	0,614
Área (%)	9,77	52,15	38,09	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

Na Área 10, a orientação de vertente teve influência no efeito de ilha de calor, pois aproximadamente 75% de sua área está exposta para a orientação SW e 8% para orientação PLANO (Tabela 48), conforme descrito anteriormente, essas orientações recebem maior radiação solar incidente, assim, contribuindo para o aumento da temperatura no local.

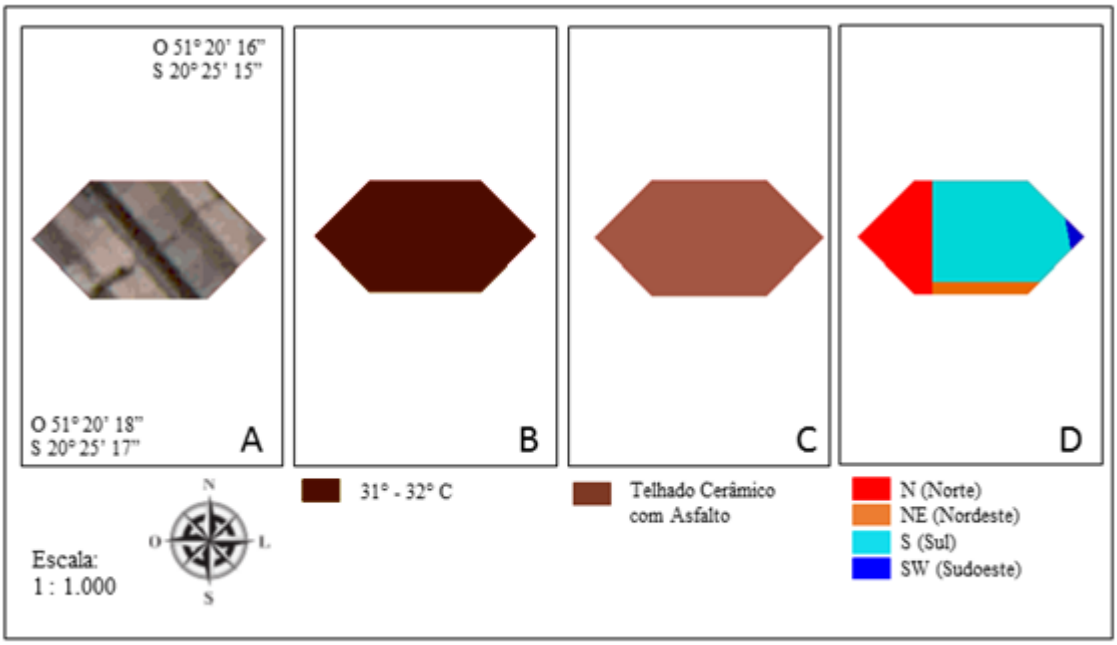
Tabela 48 - Orientação de Vertentes na Área 10, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Orientação de Vertentes (1)					TOTAL
	NE	SE	S	SW	PLANO	
Área (ha)	0,010	0,002	0,093	0,460	0,049	0,614
Área (%)	1,56	0,39	15,10	74,93	8,01	100,00

(1)NE, Nordeste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste.

De acordo com a Figura 32, a Área 11 estava com a temperatura entre 31 a 32°C, localizada em área residencial, com telhado cerâmico e pavimento asfáltico.

Figura 32 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 11, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Conforme dados observados na Tabela 49, esta ICU apresenta uma área total de 0,086 ha, onde 100% dela tem como uso do solo a classe TCA.

A orientação de vertente não influenciou na temperatura desta ICU, pois a área com face de maior exposição solar foi apenas de aproximadamente 1,15% (Tabela 50), evidenciando o uso do solo como principal motivo para a ocorrência de ICU nesta área.

Tabela 49 - Uso e ocupação do solo na Área 11, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (1)	TOTAL
	TCA	
Área (ha)	0,086	0,086
Área (%)	100,00	100,00

(1)TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

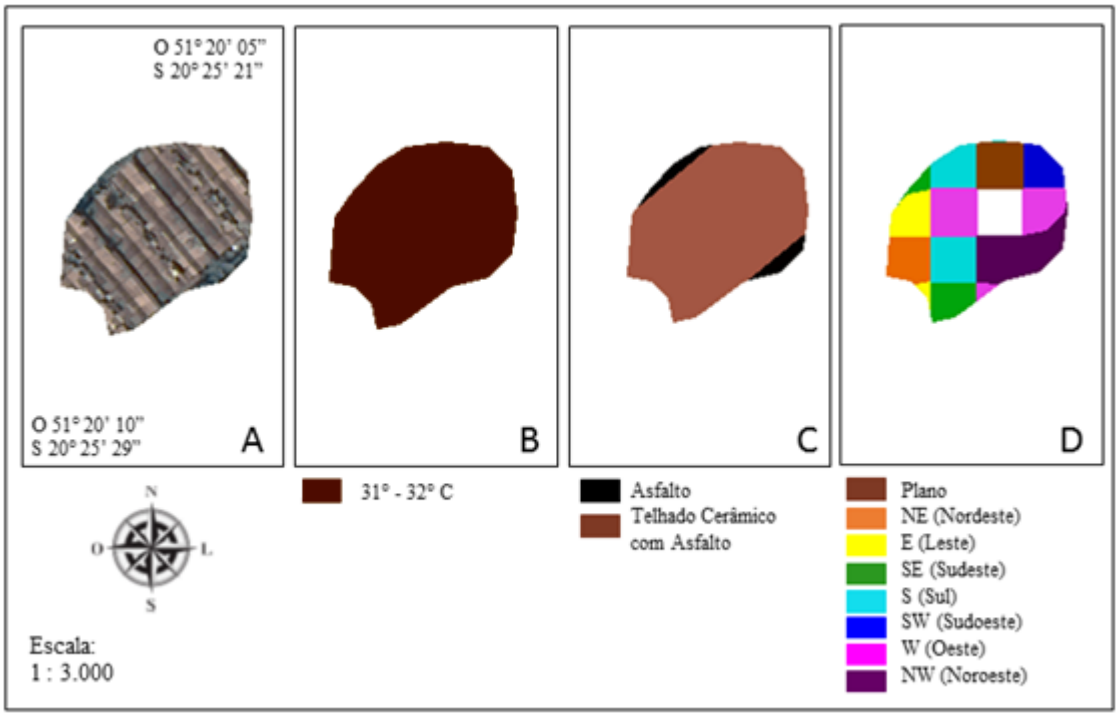
Tabela 50 - Orientação de Vertentes na Área 11, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Orientação de Vertentes (1)				TOTAL
	N	NE	S	SW	
Área (ha)	0,023	0,007	0,056	0,001	0,086
Área (%)	26,39	7,64	64,81	1,16	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; S, Sul; SW, Sudoeste.

A Área 12, representada na Figura 33, com a temperatura entre 31 a 32°C, havendo pouca variação em sua classe de uso e ocupação do solo, apenas as classes Asfalto e Telhado Cerâmico com Asfalto.

Figura 33 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 12, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

A ICU denominada Área 12 possui uma área total de 1,016 há (Tabela 51), onde mais de 93% de sua extensão está usada por residências com telhado cerâmico e pavimento asfáltico entre as casas, e o restante da área o uso está relacionado a pavimentação asfáltica nas vias de acesso (ruas e alamedas).

Tabela 51 - Uso e ocupação do solo na Área 12, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (1)		TOTAL
	ASF	TCA	
Área (ha)	0,064	0,951	1,016
Área (%)	6,32	93,68	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

Embora nesta ICU houve várias classes de orientação de vertentes (Tabela 52), aproximadamente uma somatória de 37% de faces com maior exposição à radiação solar (SW, W e PLANO), assim, havendo uma contribuição na temperatura local.

Tabela 52 - Orientação de Vertentes na Área 12, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,086	0,082	0,079	0,171	0,068	0,176	0,161	0,096	0,919
Área (%)	9,36	8,86	8,61	18,64	7,34	19,16	17,55	10,45	100,00

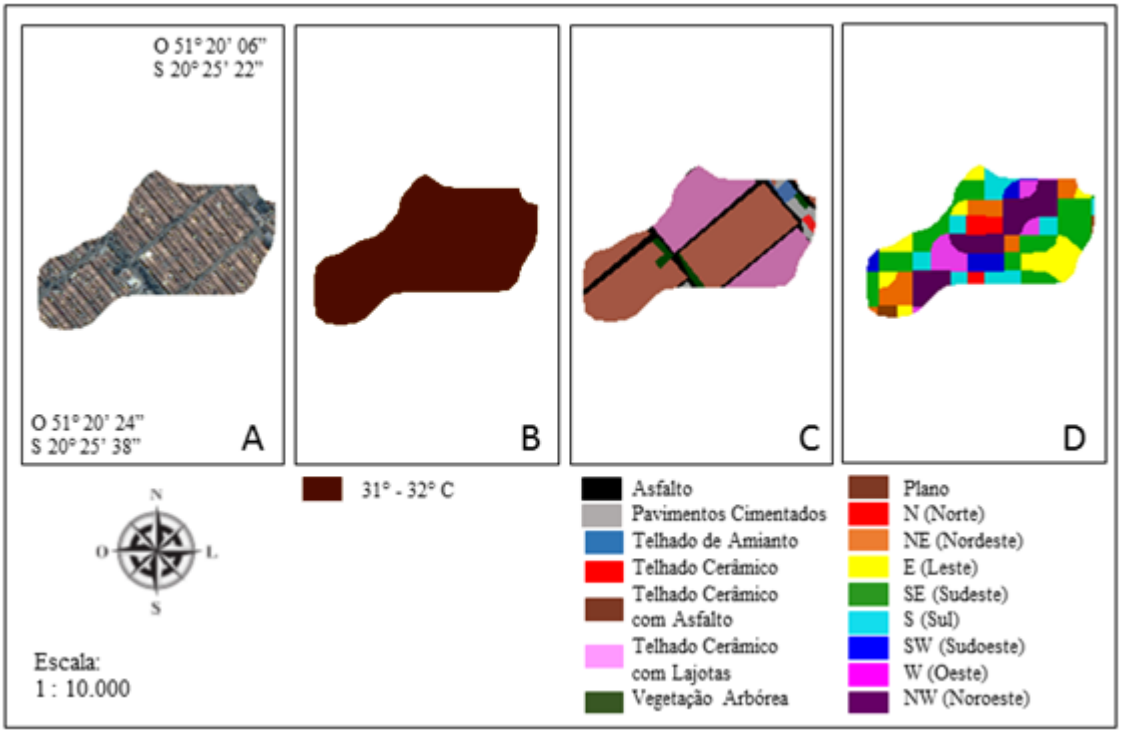
(1)NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Figura 34, representa a ICU denominada Área 13, com temperatura de 31 a 32°C e uma área total de 5,972 ha (Tabela 53).

As classes de maior ocorrência nesta ICU são as destinadas a moradias, sendo elas TCA e TCL, representando 80% da área total desta ilha de calor, a terceira classe de maior ocorrência é a ASF, 12,85%.

A classe com maior ocorrência orientação de vertentes é a SE (Tabela 54), com 25,51%, as orientações que recebem maior insolação em ilha solteira (SW, W e PLANO), conforme Tabela 53, correspondem a 15% da área total, desta forma, exerceram influência na temperatura local, principalmente quando associada ao material empregado no loca (telhado e asfalto).

Figura 34 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 13, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 53 - Uso e ocupação do solo na Área 13, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (1)							TOTAL
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	TC	VA	
Área (ha)	0,768	3,121	1,707	0,146	0,073	0,025	0,132	5,972
Área (%)	12,85	52,25	28,59	2,45	1,23	0,41	2,22	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC. Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TC, Telhado cerâmico; VA, Vegetação arbórea.

Tabela 54 - Orientação de Vertentes na Área 13, identificada na imagem de 17/03/2014

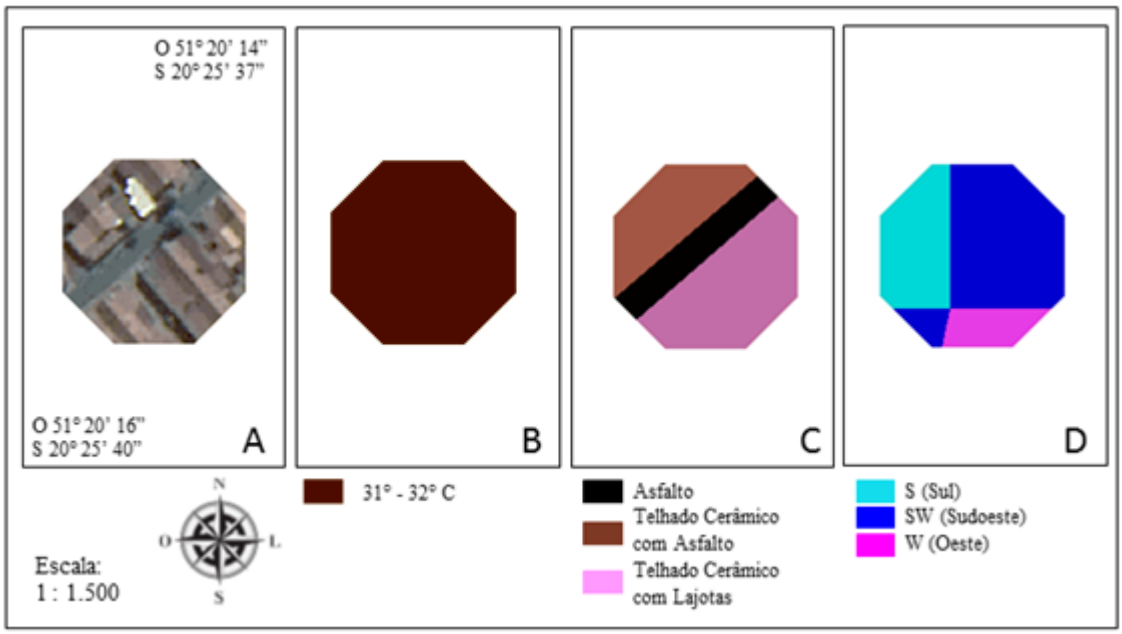
31 - 32°C	Orientação de Vertentes (1)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,260	0,722	0,897	1,524	0,665	0,323	0,455	1,070	0,055	5,971
Área (%)	4,35	12,09	15,01	25,51	11,13	5,41	7,63	17,93	0,93	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 14 (Figura 35), teve ocorrência de ICU em área residencial (quadro A), com temperatura entre 31 a 32°C (quadro B), apresentando 3 classes de uso e ocupação do solo (quadro C), sendo: Asfalto, Telhado Cerâmico com Asfalto e Telhado Cerâmico com Lajotas.

Na área com ilha de calor, foi identificada 3 classes de orientação de vertentes, S, SW e W (quadro D).

Figura 35 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 14, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

A área total da ICU denominada Área 14, foi de 0,247 ha, onde 47,40% desta foi identificada com o uso do solo com TCL, seguido de TCA e ASF, onde ambas as classes apresentaram o asfalto como a pavimentação principal em suas áreas (Tabela 55).

Tabela 55 - Uso e ocupação do solo na Área 14, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)			TOTAL
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,053	0,077	0,117	0,247
Área (%)	21,41	31,18	47,40	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

A face de maior exposição a radiações solares foi a SW (Sudoeste), com 57, 42% da área total (Tabela 56), seguida por 11,23% com exposição ao lado Oeste (W), assim podendo constatar a influência também dem da orientação de vertentes nesta ICU, e não somente aos materiais sintéticos classificados no uso e ocupação do solo.

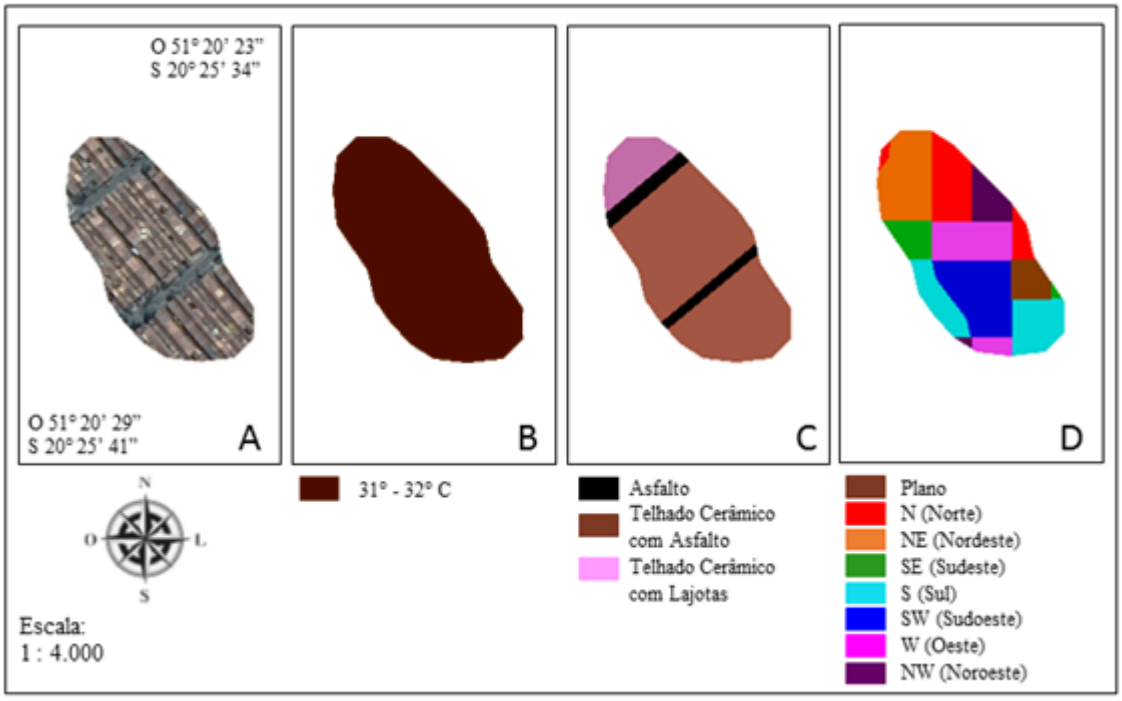
Tabela 56 - Orientação de Vertentes na Área 14, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Orientação de Vertentes (1)			TOTAL
	S	SW	W	
Área (ha)	0,077	0,142	0,028	0,247
Área (%)	31,35	57,42	11,23	100,00

(1) S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste.

Na ICU denominada Área 15, apresentou uma temperatura de 31 a 32°C (Figura 36) e as classes de uso do solo identificadas foram Asfalto, Telhado cerâmico com asfalto e Telhado cerâmico com lajotas.

Figura 36 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 15, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Novamente a classe de maior ocorrência foi a TCA, com aproximadamente 78% da área total da ICU, que apresentou em sua totalidade 1,593 ha. A classe de menor ocorrência foi a ASF, mesmo assim, apresentando 10% da área total (Tabela 57).

Tabela 57 - Uso e ocupação do solo na Área 15, identificada na imagem de 17/03/2014

	Uso e Ocupação do Solo (1)			
31 - 32°C	ASF	TCA	TCL	TOTAL
Área (ha)	0,172	1,241	0,180	1,593
Área (%)	10,77	77,92	11,31	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL.

A área apresenta variações em suas orientações de vertentes (Tabela 58), apresentando aproximadamente 32% de faces que recebem alta incidência solar, assim, promovendo uma influência para ocorrência do fenômeno neste local.

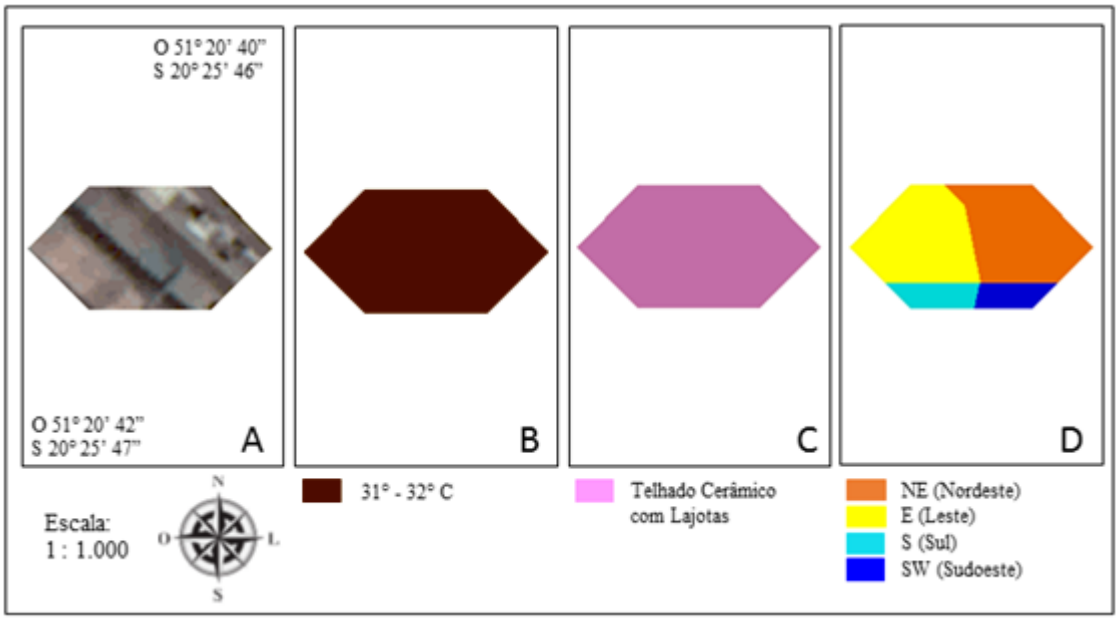
Tabela 58 - Orientação de Vertentes na Área 15, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,243	0,274	0,095	0,285	0,285	0,230	0,096	0,087	1,593
Área (%)	15,25	17,20	5,99	17,87	17,86	14,40	5,99	5,43	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A ICU, descrita como Área 16, em 17/03/2014, esteve sob a temperatura entre 31 e 32°C (Figura 37), havendo apenas uma classe de uso e ocupação do solo, a TCL.

Figura 37 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 16, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

De acordo com a Tabela 59, a Área 16, tem em sua totalidade, 0,086 ha de extensão e em toda esta área ocorre apenas uma classe de uso do solo, TCL.

Tabela 59 - Uso e ocupação do solo na Área 16, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (1)	TOTAL
	TCL	
Área (ha)	0,086	0,086
Área (%)	100,00	100,00

(1)TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

A orientação de vertente (Tabela 60) de menor ocorrência, foi a SW, com 7,87%, sendo assim, o fator de maior influência nesta ICU foi o uso e ocupação do solo.

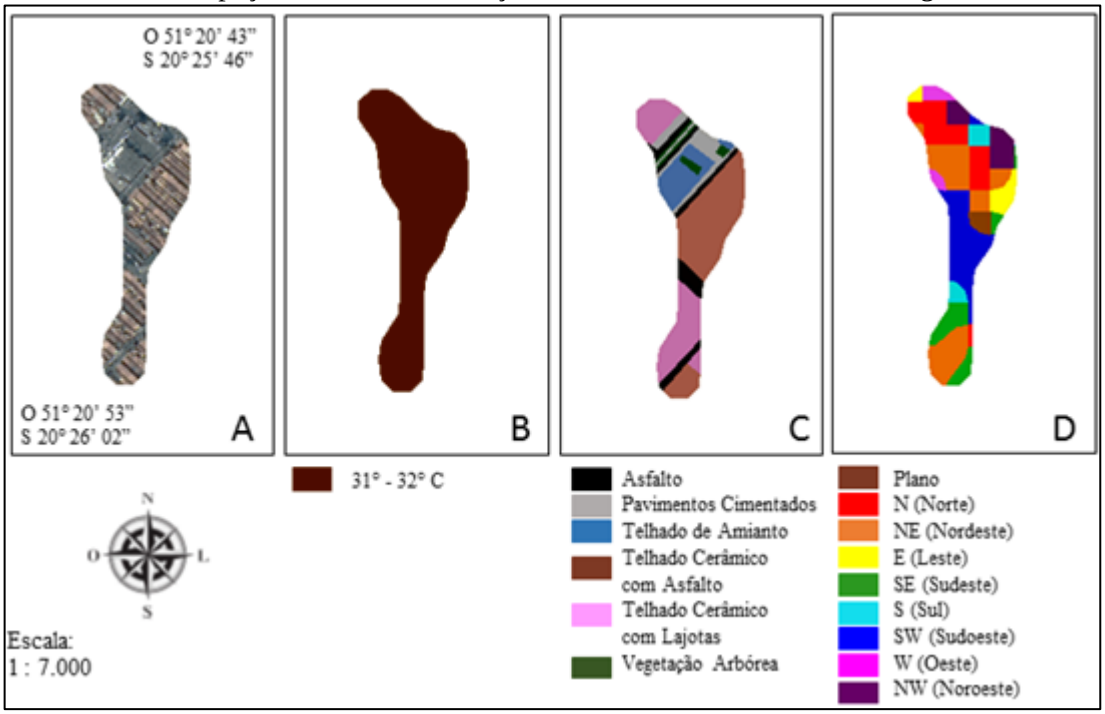
Tabela 60 - Orientação de Vertentes na Área 16, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Orientação de Vertentes (1)				TOTAL
	NE	E	S	SW	
Área (ha)	0,037	0,035	0,008	0,007	0,086
Área (%)	43,17	40,05	8,91	7,87	100,00

(1)NE, Nordeste; E, Leste; S, Sul; SW, Sudoeste.

A Área 17 da data 17/03/2014, esteve localizada em áreas residenciais e comerciais (Figura 38), sob a temperatura de 31 a 32°C. O predomínio da cobertura das edificações foi o telhado cerâmico, encontrado nas classes TCA e TCL, seguido do telhado de amianto (TA).

Figura 38 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 17, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

De acordo com a Tabela 61, 75% da área total ficou ocupada pelas classes ASF, TCA e TCL. Houve a ocorrência da classe VA, porém, novamente, não foi suficiente para a eliminação da ICU, pois apresentaram apenas 2,82% da área.

Tabela 61 - Uso e ocupação do solo na Área 17, identificada na imagem de 17/03/2014.

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)						TOTAL
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	VA	
Área (ha)	0,412	1,048	0,677	0,294	0,342	0,081	2,854
Área (%)	14,45	36,74	23,71	10,29	11,98	2,82	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC. Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; VA, Vegetação arbórea.

De acordo com a Tabela 62 é possível constatar a presença em aproximadamente 25% da área total com faces que recebem alta incidência solar, sendo estas SW, W e Plano, conforme dito por COSTA et al. (2010), estudando o comportamento das ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira.

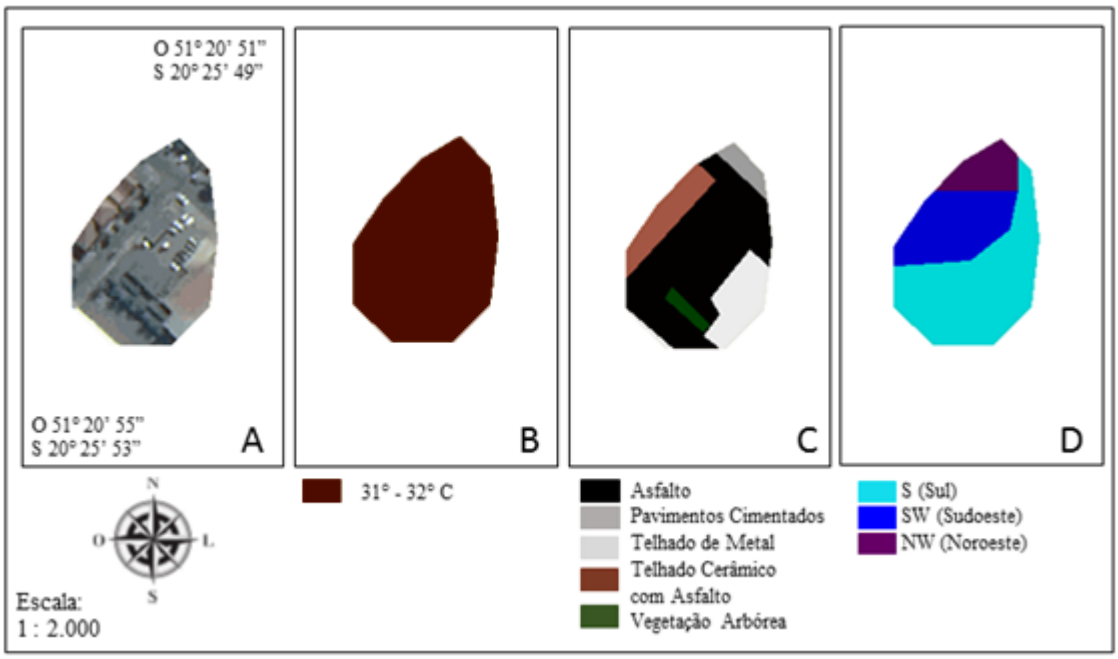
Tabela 62 - Orientação de Vertentes na Área 17, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Orientação de Vertentes (¹)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,548	0,758	0,153	0,273	0,153	0,546	0,107	0,242	0,075	2,855
Área (%)	19,20	26,55	5,37	9,58	5,35	19,11	3,74	8,46	2,63	100,00

(¹) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 17 (Figura 39), está localizada em uma área comercial (quadro A), onde abrange um estacionamento com pavimentação asfáltica, a temperatura de superfície nesta área foi de 31 a 32°C (quadro B), tendo ocorrência das classes ASF, PC, PM, TCA e VA (quadro C). A orientação de vertentes no local ficou responsável somente por 3 classes, S, SW e NW (quadro D).

Figura 39 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 17, na imagem de 17/03/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Conforme visualizado na Figura 22, a classe de maior ocorrência foi a ASF, devido ICU estar sobre um "bolsão" de estacionamento, onde a classe representou 64,93% (Tabela 63) da área total, seguida por TM, telhado metálico, de acordo com RAMPAZZO (2012), as coberturas metálicas promovem maior absorção de radiação e produção de calor, findando no aumento da temperatura, potencialmente suscetíveis a provocar o desconforto térmico.

Tabela 63 - Uso e ocupação do solo na Área 18, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)					TOTAL
	ASF	TCA	PC	TM	VA	
Área (ha)	0,225	0,041	0,013	0,056	0,011	0,346
Área (%)	64,93	11,90	3,76	16,29	3,12	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; PC. Pavimentos cimentados; TM, Telhado de metal; VA, Vegetação arbórea; VH, Vegetação herbácea.

A vertente voltada para a classe SW, ocupa 30,13% da área local desta ICU (Tabela 64), sendo assim, influenciando no aquecimento do local, pois a alta incidência solar aliada ao uso e ocupação do solo, neste caso, de maior ocorrência, o asfalto, contribui para a formação da ICU, concordando com ASEADA et al. (1996), onde, a faixa de horário onde o pavimento asfáltico exibe um maior fluxo de calor, é das 09:00 às 12:00 horas, tendo em vista que a imagem de satélite é capturada as 10:00 horas.

Tabela 64 - Orientação de Vertentes na Área 18, identificada na imagem de 17/03/2014

31 - 32°C	Orientação de Vertentes (1)			TOTAL
	S	SW	NW	
Área (ha)	0,201	0,104	0,041	0,346
Área (%)	58,09	30,13	11,79	100,00

(1)S, Sul; SW, Sudoeste; NW, Noroeste.

Analisando todas as 18 áreas identificadas com ICU em 17/03/2014, foi possível constatar que a classe de maior ocorrência nas áreas de temperatura mais alta foi a TCA (40,70 ha), construções residenciais cobertas com telhas de cerâmica e ruas com pavimento asfáltico, seguida pela classe TCL (29,33 ha), construções residenciais cobertas com telhas de cerâmica e ruas pavimentadas com lajotas de concreto, e ASF (18,4 ha), ruas pavimentadas com asfalto.

4.5 Ilha de Calor Urbana em 02/04/2014

De acordo com a Figura 40, foi possível constatar a ocorrência de 20 áreas de ICU na cidade de Ilha Solteira. Estas áreas foram denominadas como Área 1, até Área 20. A área utilizada como referência para determinação das ICU, dentro do buffer de 200m (área de entorno), estava sob uma temperatura de superfície de 28 a 29°C, tendo a ocorrência das seguintes classes: ASF, PC, SE, VH e VA.

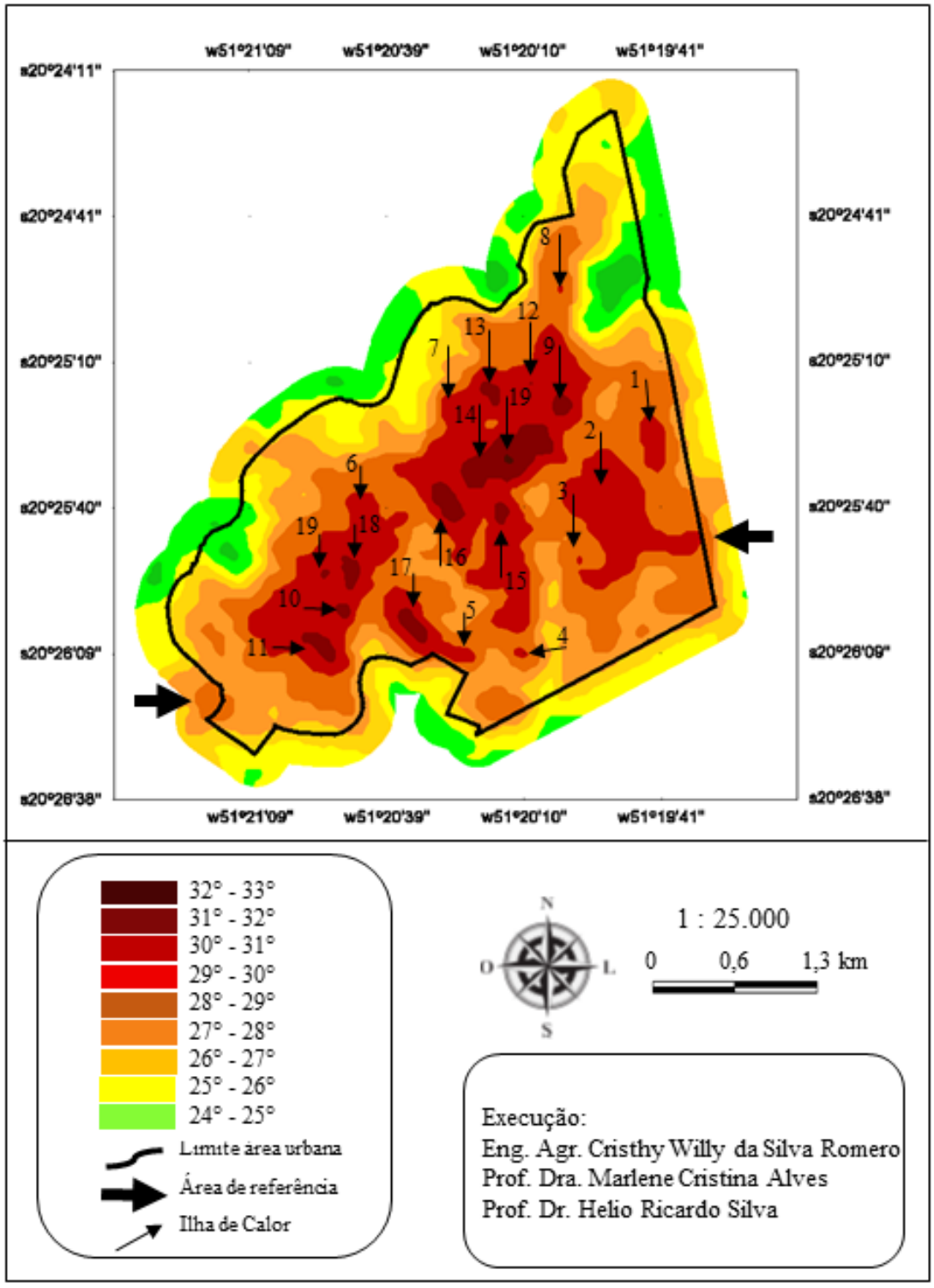
As áreas denominadas Área 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 estiveram sob a temperatura de superfície entre 29 e 30°C. As áreas denominadas Área 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19, sob a temperatura de superfície de 30 a 31°C e a Área 20, com a temperatura de superfície entre 31 a 32°C.

A amplitude térmica entre as áreas com ICU foi de 3°C, quando comparada a temperatura mais alta encontrada na área de referência. De acordo com a classificação de GARCÍA (1996), esta amplitude é considerada média magnitude.

A área total ocupada por ICU nesta data foi de 193,14 ha, 27,97% da área urbana do município de Ilha Solteira.

De acordo com os dados climatológicos obtidos pelo Canal CLIMA, a velocidade do vento na data de registro da imagem, era de 1,2 km/h, considerado fraco, desta forma, como foi discutido anteriormente, ventos fracos favorecem a ocorrência do fenômeno ilha de calor urbano.

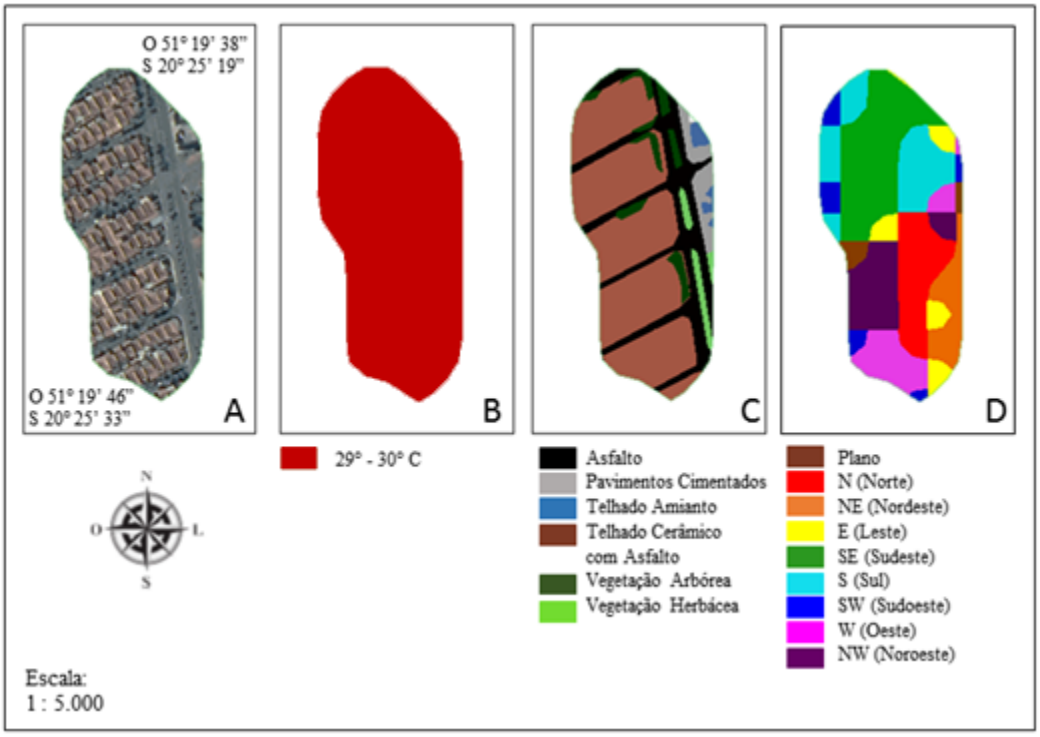
Figura 40 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 02/04/2014



Fonte: Elaboração do próprio autor

A Área 1 (Figura 41), estava localizada em área residencial, no bairro Jardim Aeroporto, onde as casas são dispostas em quadras, e todas as ruas são pavimentadas com asfalto. As classes encontradas nesta ICU foram ASF, PC, TA, TCA, VA e VH.

Figura 41 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

A ICU denominada Área 1, ocupou uma área total de 4,098 ha (Tabela 65), onde mais de 60% foi identificada a classe TCA, seguida da classe ASF, com 25%. Mesmo identificada a presença de vegetação arbórea e herbácea (VA e VH, respectivamente), não foi suficiente para arrefecimento na área, conforme foi identificado em outras áreas também.

Tabela 65 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 02/04/2014

29 – 30°C	Uso e ocupação do solo (¹)							Total
	ASF	TCA	PC	TA	TM	VA	VH	
Área (ha)	1,029	2,516	0,1973	0,0516	0,004	0,203	0,095	4,098
Área (%)	25,12	61,42	4,82	1,26	0,11	4,97	2,33	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; PC. Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TM, Telhado de metal; VA, Vegetação arbórea; VH, Vegetação herbácea.

De acordo com Tabela 66, as classes de orientação de vertentes exerceram pouca influência na ICU, pois as classes de maior exposição à radiação solar na área urbana de Ilha Solteira, ocuparam apenas 17% da área total.

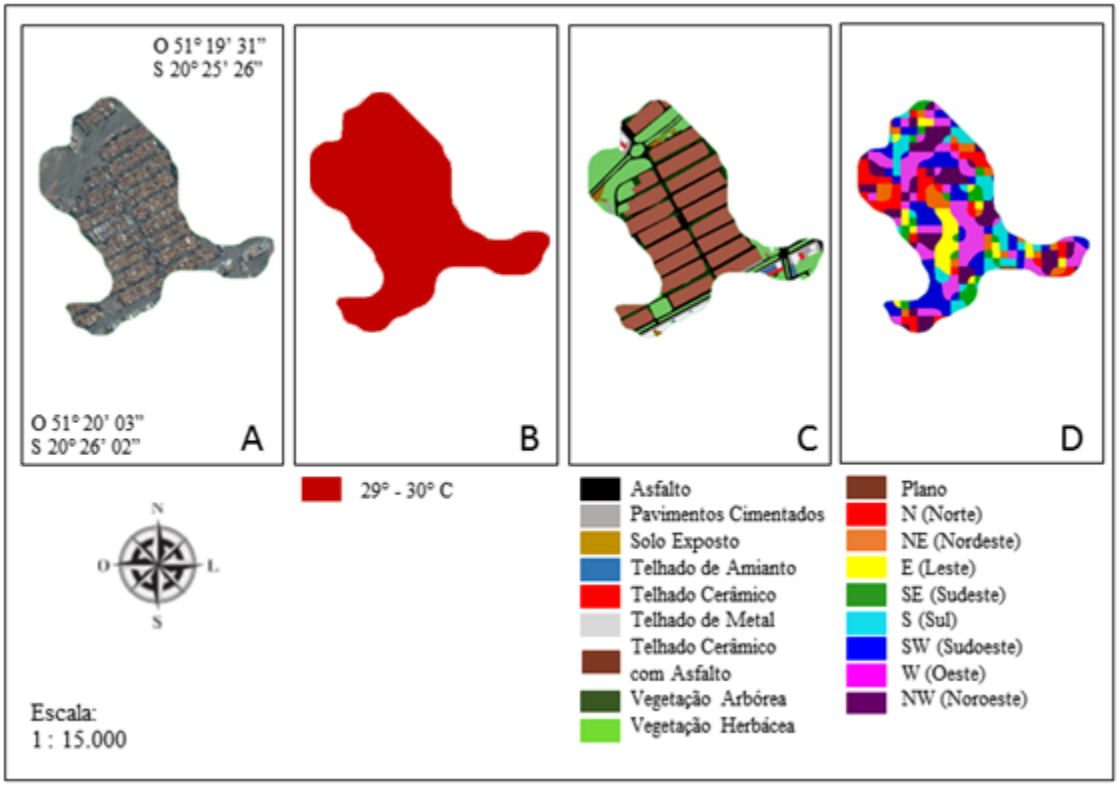
Tabela 66 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 02/04/2014

29 - 30°C	Orientação de Vertentes (1)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,551	0,334	0,273	1,050	0,684	0,190	0,427	0,514	0,077	4,098
Área (%)	13,45	8,14	6,65	25,63	16,68	4,63	10,42	12,54	1,87	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 2 (Figura 42), estava localizada novamente no bairro Jardim Aeroporto. Esta ICU ocupou uma área de 32,87 ha (Tabela 67), e a classe de maior ocorrência foi a TCA, seguida de ASF e VH. Mesmo apresentando 18% de sua área total, área com vegetação herbácea, a vegetação está em estado de degradação, de acordo com ALVES & VECCHIA, a vegetação com alto nível de degradação, apresentam características de emissividade semelhante a solo exposto. Aproximadamente 40% da área total da ICU, esteve sob as classes W e SW de orientação de vertente (Tabela 68), sendo assim, havendo influência na formação desta ilha de calor.

Figura 42 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 67 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 02/04/2014

29 – 30°C	Uso e ocupação do solo (¹)									Total
	ASF	TCA	PC	TA	TC	TM	SE	VA	VH	
Área (ha)	7,031	15,595	0,905	0,188	0,143	0,605	0,361	1,300	5,738	31,870
Área (%)	22,06	48,94	2,84	0,59	0,45	1,90	1,13	4,08	18,01	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; PC. Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TC, Telhado cerâmico; TM, Telhado de metal; SE, Solo exposto; VA, Vegetação arbórea; VH, Vegetação herbácea.

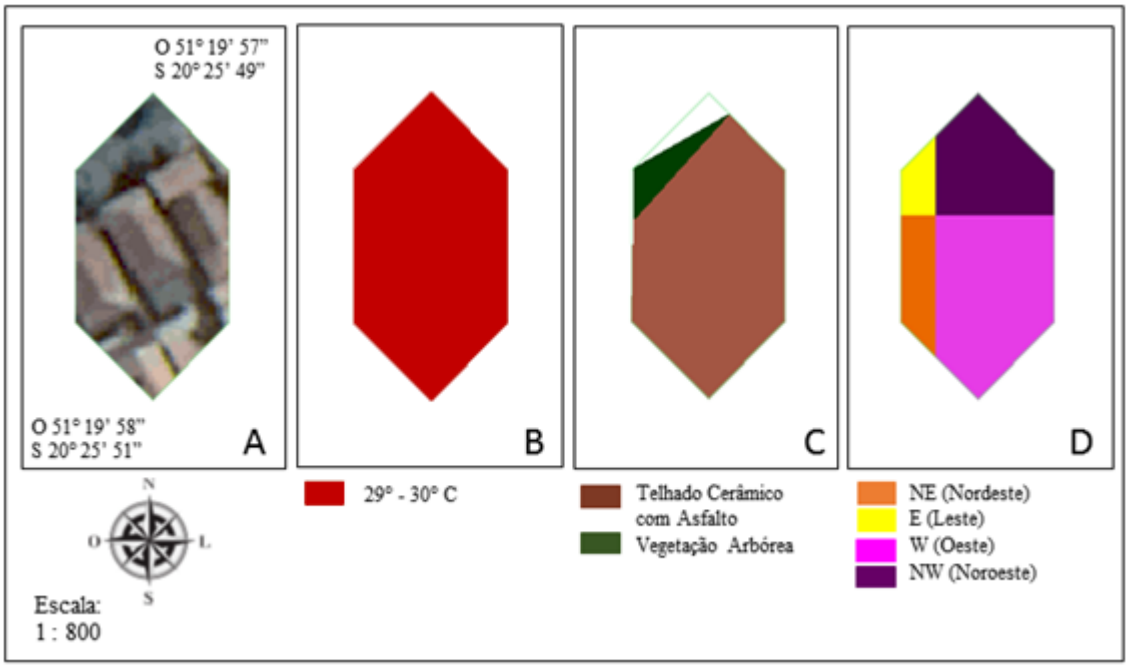
Tabela 68 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 02/04/2014

29 - 30°C	Orientação de Vertentes (¹)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	3,589	2,450	2,833	2,013	3,338	5,647	6,810	5,138	0,051	31,869
Área (%)	11,26	7,69	8,89	6,32	10,47	17,72	21,37	16,12	0,16	100,00

(¹) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 3 (Figura 43) estava localizada em área residencial, identificando apenas as classes TCA e VH.

Figura 43 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 3, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Conforme a Tabela 69, em quase toda a ICU, 92% da área total, identificou-se a classe de uso do solo TCA, e 7,8% identificado com VA. Mesmo com a presença da vegetação

arbórea, não foi possível o arrefecimento desta área, pois de acordo com os dados de orientação de vertente (Tabela 70), quase 50% da área total ficou sob incidência direta da radiação solar.

Tabela 69 - Uso e ocupação do solo na Área 3, identificada na imagem de 02/04/2014

29 – 30°C	Uso e ocupação do solo (¹)		Total
	TCA	VA	
Área (ha)	0,0741	0,0063	0,0804
Área (%)	92,16	7,84	100,00

(¹)TCA, Telhado cerâmico e asfalto; VA, Vegetação arbórea.

Tabela 70 - Orientação de Vertentes na Área 3, identificada na imagem de 02/04/2014

29 - 30°C	Orientação de Vertentes (¹)				TOTAL
	NE	E	W	NW	
Área (ha)	0,012	0,006	0,038	0,026	0,081
Área (%)	14,39	7,01	47,23	31,37	100,00

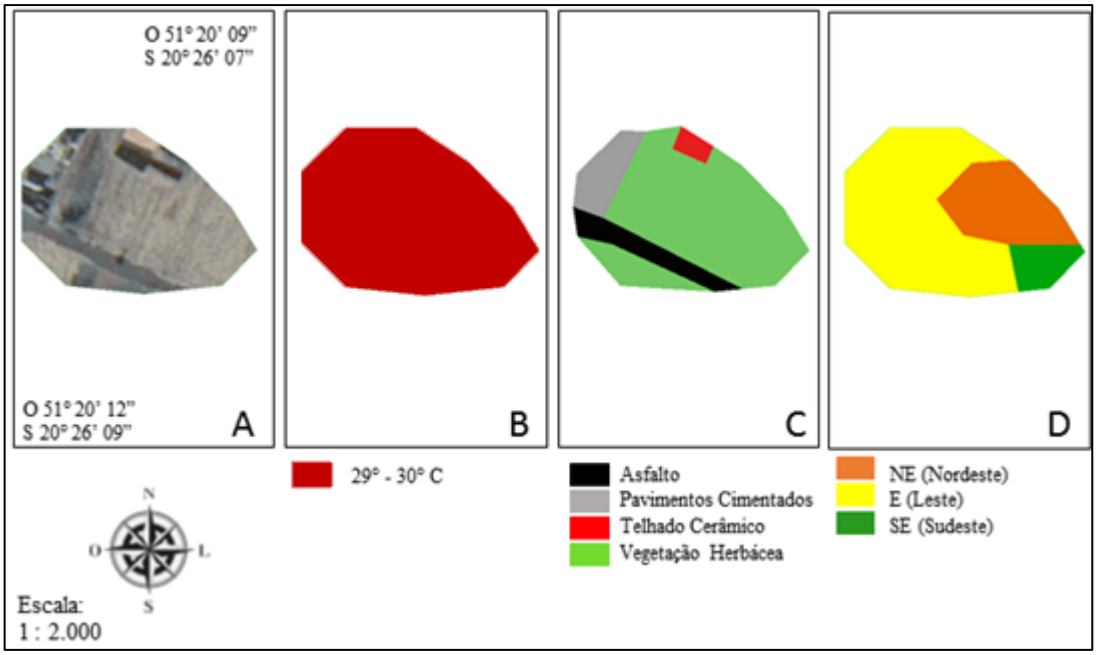
(¹)NE, Nordeste; E, Leste; W, Oeste; NW, Noroeste.

De acordo com a Figura 44, a Área 4 apresentou as classes ASF, PC, TC e VH.

Esta ICU ocupou uma área de 0,33 ha (Tabela 71), onde, 75% foi ocupada por vegetação herbácea degradada, conforme discutido anteriormente, vegetação neste estágio (degradado) apresenta um comportamento espectral semelhante à de solo exposto.

Dentre as classes de orientação de vertente identificadas (Tabela 72), nenhuma exerce influência direta na formação desta ICU.

Figura 44 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 4, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 71 - Orientação de Vertentes na Área 4, identificada na imagem de 02/04/2014

29 - 30°C	Uso e ocupação do solo (¹)				Total
	ASF	PC	TC	VH	
Área (ha)	0,0369	0,0376	0,0092	0,2541	0,3378
Área (%)	10,92	11,13	2,72	75,22	100,00

(¹) ASF, Asfalto; PC, Pavimentos cimentados; TC, Telhado cerâmico; VH, Vegetação herbácea.

Tabela 72 - Orientação de Vertentes na Área 4, identificada na imagem de 02/04/2014

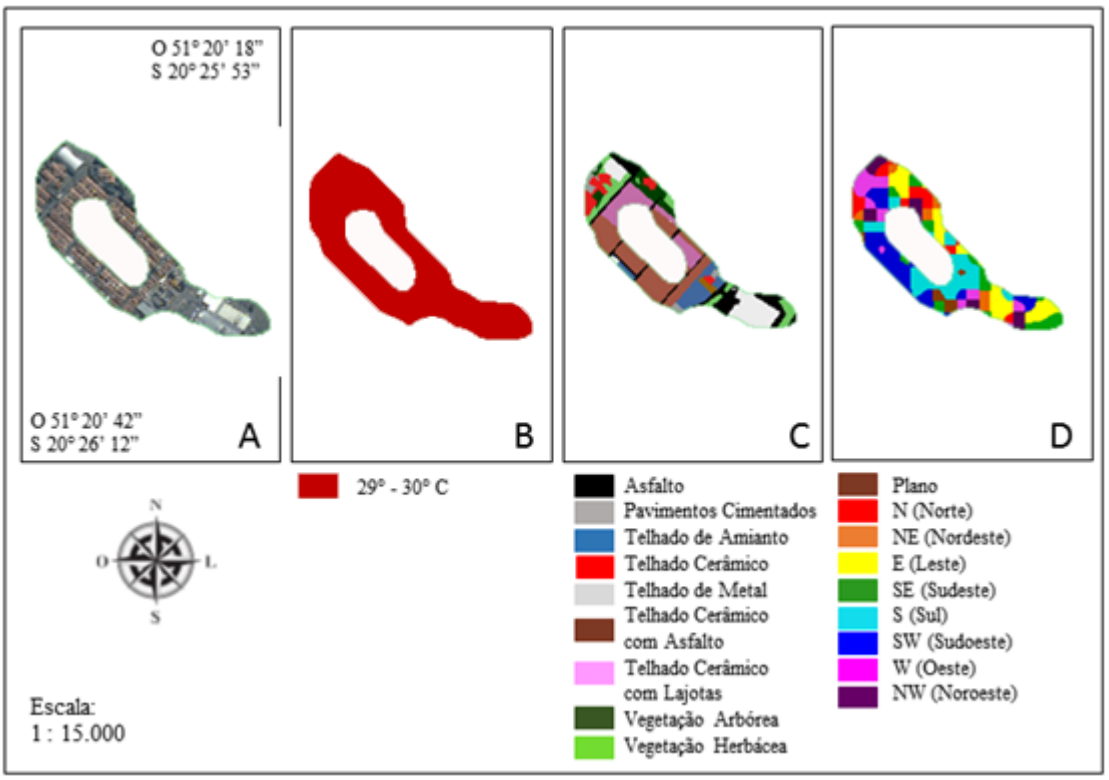
29 - 30°C	Orientação de Vertentes (¹)			TOTAL
	NE	E	SE	
Área (ha)	0,090	0,218	0,030	0,337
Área (%)	26,60	64,59	8,81	100,00

(¹) NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste.

A ICU denominada Área 5, está localizada no bairro Zona Sul, ocupada por edificações residenciais e comerciais (Figura 45). De acordo com os dados da Tabela 73, a classe de uso do solo de maior ocorrência nesta ICU é a TCA, seguida de ASF e TCL.

Esta ilha de calor compreende uma área de 8,56 ha, e aproximadamente 40% da sua área total é ocupada por residência. Aproximadamente 30% da sua área esteve sob incidência direta de radiação solar, classe SW, W e PLANO (Tabela 74).

Figura 45 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 5, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 73 - Uso e ocupação do solo na Área 5, identificada na imagem de 02/04/2014

29 - 30°C	Uso e ocupação do solo (1)										Total
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	TC	TM	SE	VA	VH	
Área (ha)	1,5898	2,3180	1,071	0,228	0,647	0,504	1,048	0,072	0,462	0,623	8,566
Área (%)	18,56	27,06	12,50	2,67	7,56	5,89	12,24	0,85	5,40	7,28	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC. Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TC, Telhado cerâmico; TM, Telhado de metal; SE, Solo exposto; VA, Vegetação arbórea; VH, Vegetação herbácea.

Tabela 74 - Orientação de Vertentes na Área 5, identificada na imagem de 02/04/2014

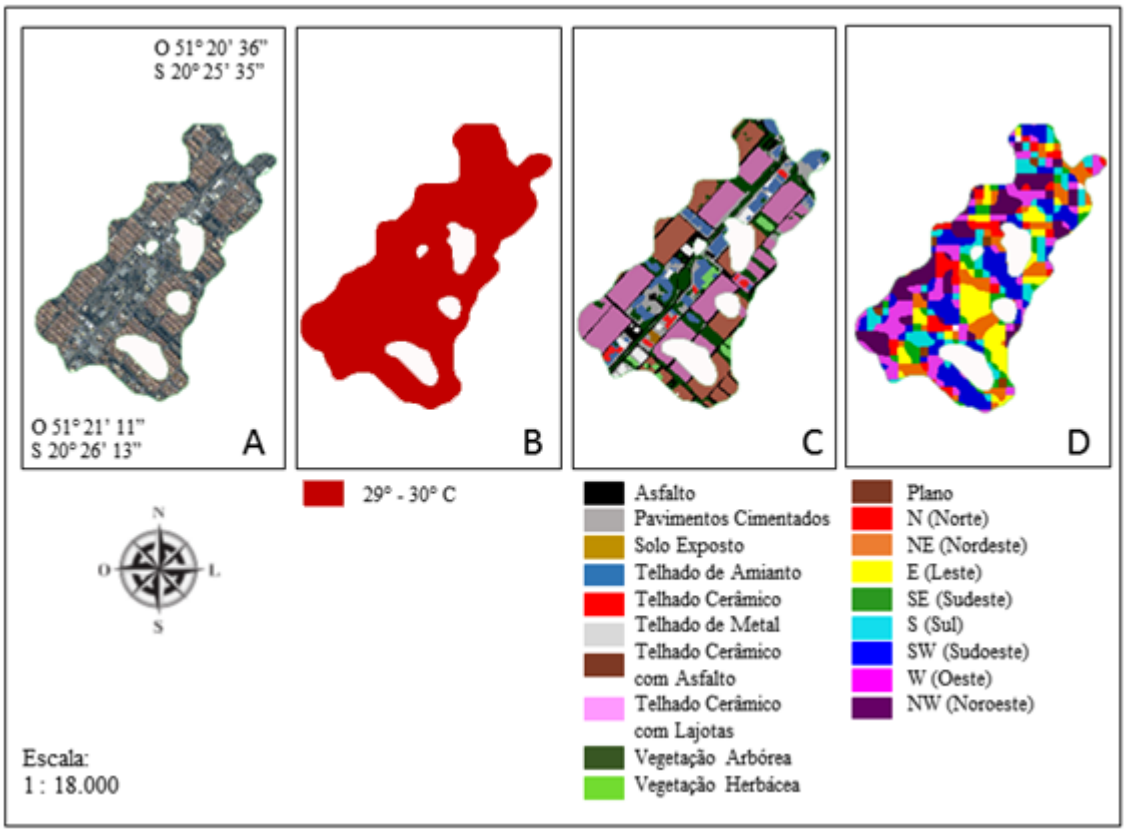
29 - 30°C	Orientação de Vertentes (1)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,672	0,514	1,538	0,935	1,610	1,640	0,850	0,602	0,206	8,567
Área (%)	7,84	6,00	17,96	10,91	18,79	19,14	9,92	7,03	2,40	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A ICU apresentada como Área 6 (Figura 46), é a maior ilha identificada na imagem de 02/04/2014. Localizada no bairro Zona Sul de Ilha Solteira, abrange áreas residenciais e comerciais, sendo identificado todas as classes descritas neste trabalho.

Conforme dados da Tabela 75, a classe identificada com maior área dentro da ilha, foi a TCL, com 28,94% da área total, seguida por ASF, 17,56%, e TCA, 16,43%.

Figura 46 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 6, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 75 - Uso e ocupação do solo na Área 6, identificada na imagem de 02/04/2014

29 - 30°C	Uso e ocupação do solo (¹)										Total
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	TC	TM	SE	VA	VH	
Área (ha)	8,008	7,497	13,204	5,145	4,309	0,597	0,932	0,126	5,066	0,732	45,621
Área (%)	17,56	16,43	28,94	11,28	9,45	1,31	2,04	0,28	11,11	1,61	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC. Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TC, Telhado cerâmico; TM, Telhado de metal; SE, Solo exposto; VA, Vegetação arbórea; VH, Vegetação herbácea.

A orientação de vertente nesta ICU, favoreceu a ocorrência da alta temperatura, aproximadamente 35% da área total, foi classificada com as classes SW, W e PLANO (Tabela 76).

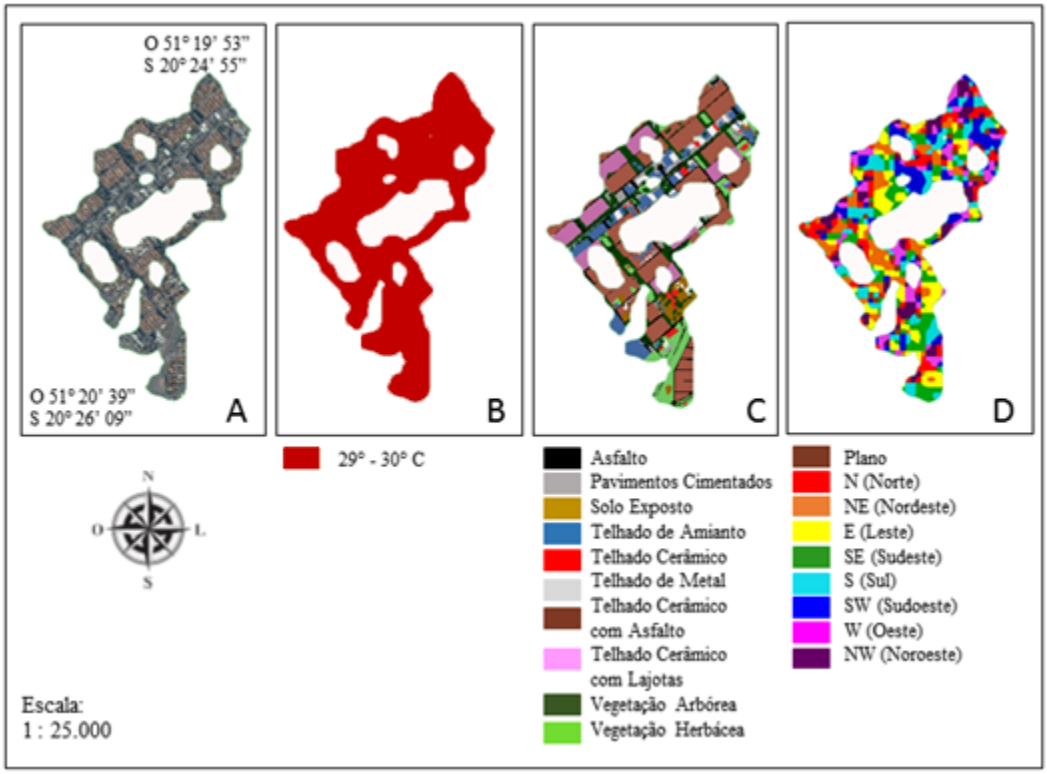
Tabela 76 - Orientação de Vertentes na Área 6, identificada na imagem de 02/04/2014

29 - 30°C	Orientação de Vertentes (¹)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	3,588	5,994	5,886	2,954	5,364	8,698	6,521	6,124	0,492	45,620
Área (%)	7,86	13,14	12,90	6,47	11,76	19,07	14,29	13,42	1,08	100,00

(¹) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 7, representada na Figura 47, está localizada no bairro Zona Norte de Ilha Solteira. Sendo possível a identificação de todas as classes (ASF, TCA, TCL, PC, TA, TC, TM, SE, VA e VH).

Figura 47 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 7, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

A classe de maior ocorrência nesta ICU foi a TCA, 31,97%, ASF e TCL, 15,60%, 10,92%, respectivamente (Tabela 77). Aproximadamente 18% da área total foi classificada como vegetação (10,60% arbórea e 7,88% herbácea). A área de solo exposto encontrada (3,64%) estava localizada no almoxarifado do setor de transporte da Prefeitura Municipal de Ilha Solteira. As áreas com cobertura de telha de metal, cerâmica e amianto, são áreas comerciais.

Tabela 77 - Uso e ocupação do solo na Área 7, identificada na imagem de 02/04/2014

29 - 30°C	Uso e ocupação do solo (1)										Total
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	TC	TM	SE	VA	VH	
Área (ha)	12,187	24,971	8,532	4,765	7,087	1,368	1,918	2,840	8,277	6,156	78,105
Área (%)	15,60	31,97	10,92	6,10	9,07	1,75	2,46	3,64	10,60	7,88	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC. Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TC, Telhado cerâmico; TM, Telhado de metal; SE, Solo exposto; VA, Vegetação arbórea; VH, Vegetação herbácea.

Conforme os dados da Tabela 78, na Área 7, aproximadamente 21% da área total teve suas vertentes inclinadas para SW e W.

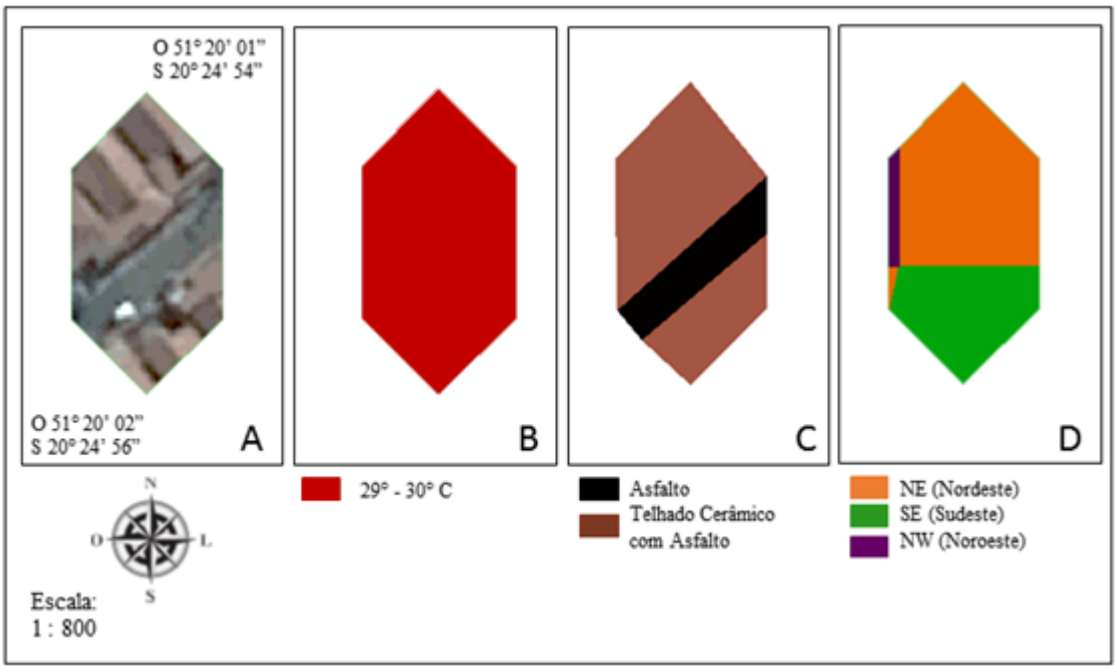
Tabela 78 - Orientação de Vertentes na Área 7, identificada na imagem de 02/04/2014

29 - 30°C	Orientação de Vertentes (1)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	7,718	10,860	11,775	10,407	10,837	9,653	7,625	7,708	1,522	78,105
Área (%)	9,88	13,90	15,08	13,32	13,87	12,36	9,76	9,87	1,95	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

Na Área 8 (Figura 48), a ICU esteve sobre uma área residencial, sendo identificado 02 classes de uso do solo, ASF e TCA, e 03 classes de orientação de vertentes, NW, SE e NW.

Figura 48 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 8, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

A ICU denominada Área 8, teve 0,08 ha de extensão territorial (Tabela 79). A classe TCA ocupou a maior parte, 76,55%, enquanto o restante ficou por conta da classe ASF, com 23,45%.

Tabela 79 - Uso e ocupação do solo na Área 8, identificada na imagem de 02/04/2014

29 - 30°C	Uso e ocupação do solo (1)		Total
	ASF	TCA	
Área (ha)	0,0197	0,0643	0,0840
Área (%)	23,45	76,55	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado.

De acordo com os dados da Tabela 80, é possível afirmar que a orientação das vertentes não influenciou na ocorrência de ICU nesta área.

Tabela 80 - Orientação de Vertentes na Área 8, identificada na imagem de 02/04/2014

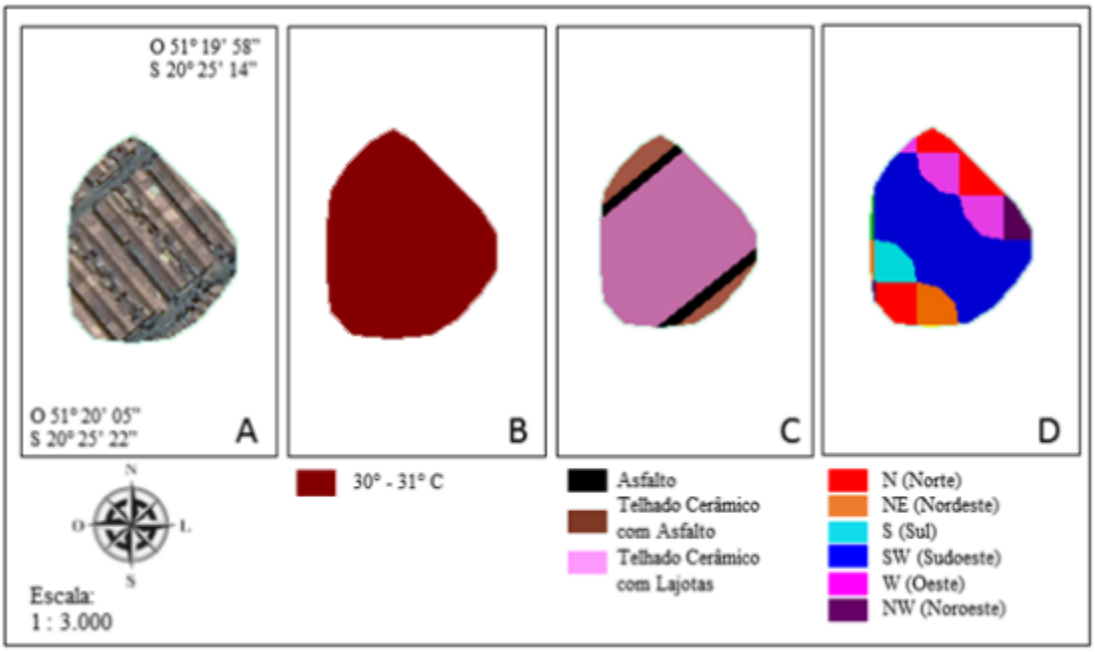
29 - 30°C	Orientação de Vertentes (1)			TOTAL
	NE	SE	NW	
Área (ha)	0,051	0,030	0,004	0,084
Área (%)	60,07	35,78	4,15	100,00

(1) NE, Nordeste; SE, Sudeste; NW, Noroeste.

De acordo com os dados apresentado na Figura 49, a Área 9, estava localizada em uma área residencial, sob a temperatura de 30 a 31°C. As classes identificadas foram TCL, ASF e TCA.

A área total desta ICU foi de 1,243 ha (Tabela 81), onde, 77,5% foi identificado como TCL, residências com cobertura de telhado cerâmico e suas vielas pavimentadas com lajotas de cimento. As outras classes encontradas foram ASF, 11,45%, e TCA, 11,06%.

Figura 49 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 9, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 81 - Uso e ocupação do solo na Área 9, identificada na imagem de 02/04/2014

30 – 31°C	Uso e ocupação do solo (1)			Total
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,1423	0,1375	0,9634	1,243
Área (%)	11,45	11,06	77,49	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

A orientação das vertentes nesta área influenciou a alta temperatura, ocupando aproximadamente 67,5% da área total, onde foi identificada as classes SW e W (Tabela 81).

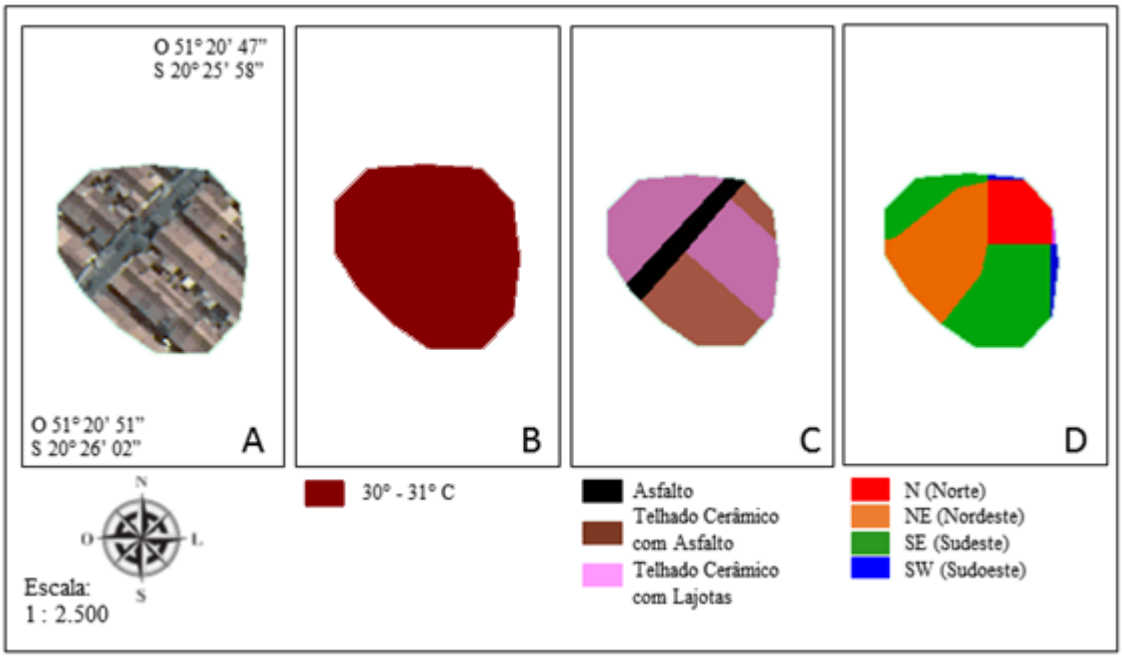
Tabela 82 - Orientação de Vertentes na Área 9, identificada na imagem de 02/04/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Área (ha)	0,182	0,086	0,003	0,010	0,076	0,679	0,160	0,048	1,243
Área (%)	14,64	6,93	0,27	0,76	6,09	54,58	12,84	3,88	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A ilha de calor, identificada como Área 10 (Figura 50), ocorreu em área residencial, apresentando apenas 3 classes de uso do solo, TCL, TCA e ASF. As classes de orientação das vertentes ocorridas na área foram, N, NE, SE e SW.

Figura 50 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 10, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Esta ICU apresentou uma área total de 0,60 ha (Tabela 83). Aproximadamente 3% apenas da área total foi identificada com a vertente inclinada para a orientação SW (Tabela 84), sendo assim, não influenciando na ICU.

Tabela 83 - Uso e ocupação do solo na Área 10, identificada na imagem de 02/04/2014

30 – 31°C	Uso e ocupação do solo (1)			Total
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,0860	0,1961	0,3242	0,6063
Área (%)	14,18	32,34	53,47	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

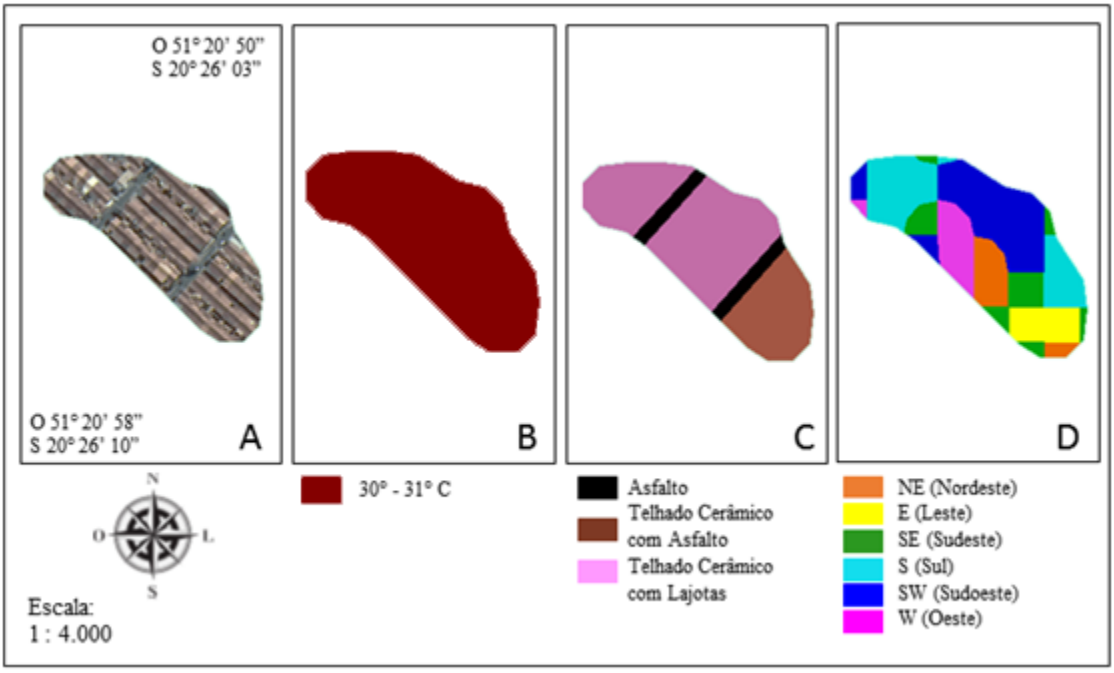
Tabela 84 - Orientação de Vertentes na Área 10, identificada na imagem de 02/04/201

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)				TOTAL
	N	NE	SE	SW	
Área (ha)	0,087	0,230	0,271	0,018	0,606
Área (%)	14,35	37,98	44,71	2,96	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; SE, Sudeste; SW, Sudoeste; W, Oeste.

Na ICU (Área 11), novamente foram encontradas apenas 3 classes de uso e ocupação do solo (Figura 51). A área total desta ICU foi de 1,95 ha (Tabela 85), onde, 89,1% foi ocupada por residências com cobertura de telhado cerâmico (TCL e TCA, 62,94% e 26,15%, respectivamente).

Figura 51 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 11, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 85 - Uso e ocupação do solo na Área 11, identificada na imagem de 02/04/2014

30 – 31°C	Uso e ocupação do solo (1)			Total
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,2135	0,5118	1,2319	1,9572
Área (%)	10,91	26,15	62,94	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

Aproximadamente 41% da área total, teve suas vertentes inclinadas para SW e W (Tabela 86).

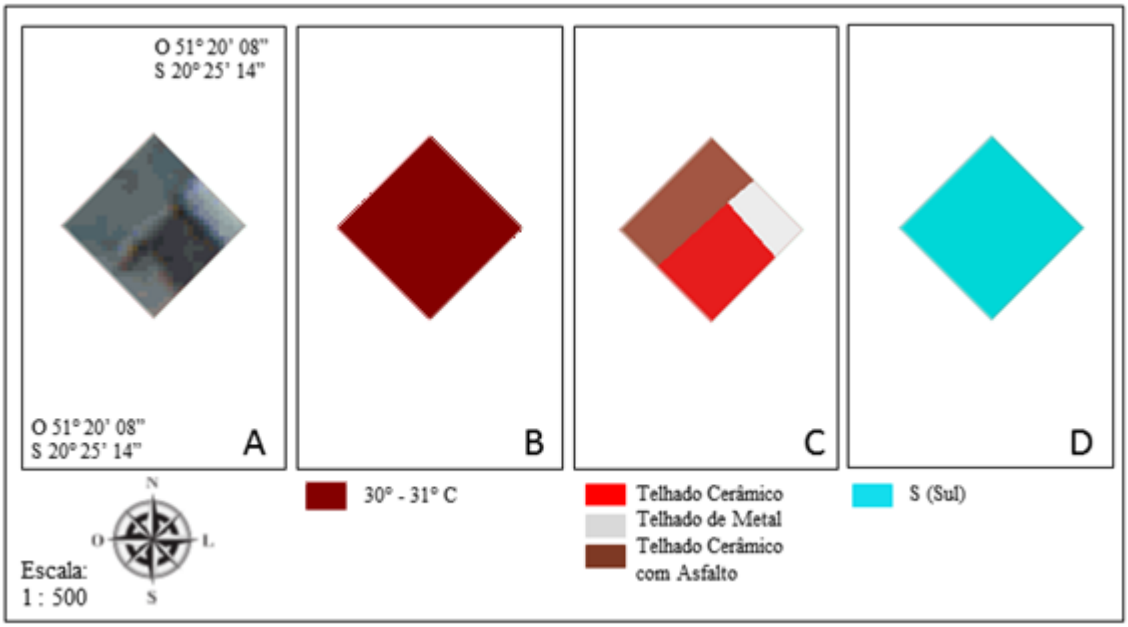
Tabela 86 - Orientação de Vertentes na Área 11, identificada na imagem de 02/04/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)						TOTAL
	NE	E	SE	S	SW	W	
Área (ha)	0,204	0,190	0,264	0,496	0,594	0,210	1,957
Área (%)	10,41	9,71	13,50	25,33	30,35	10,70	100,00

(1)NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste.

A ICU, denominada Área 12, foi identificada com 3 classes, TC, TCA e TM (Figura 52). Esta ilha ocupou uma área de 0,016 ha (Tabela 87), e a orientação de vertente não teve influência na formação desta ICU, onde 100% de sua área foi classificada como S (Tabela 88).

Figura 52 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 12, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 87 - Uso e ocupação do solo na Área 12, identificada na imagem de 02/04/2014

30 – 31°C	Uso e ocupação do solo (1)			Total
	TCA	TC	TM	
Área (ha)	0,0065	0,0066	0,0031	0,0162
Área (%)	40,12	40,74	19,14	100,00

(1) TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TC, Telhado cerâmico; TM, Telhado de metal.

Tabela 88 - Orientação de Vertentes na Área 12, identificada na imagem de 02/04/2014

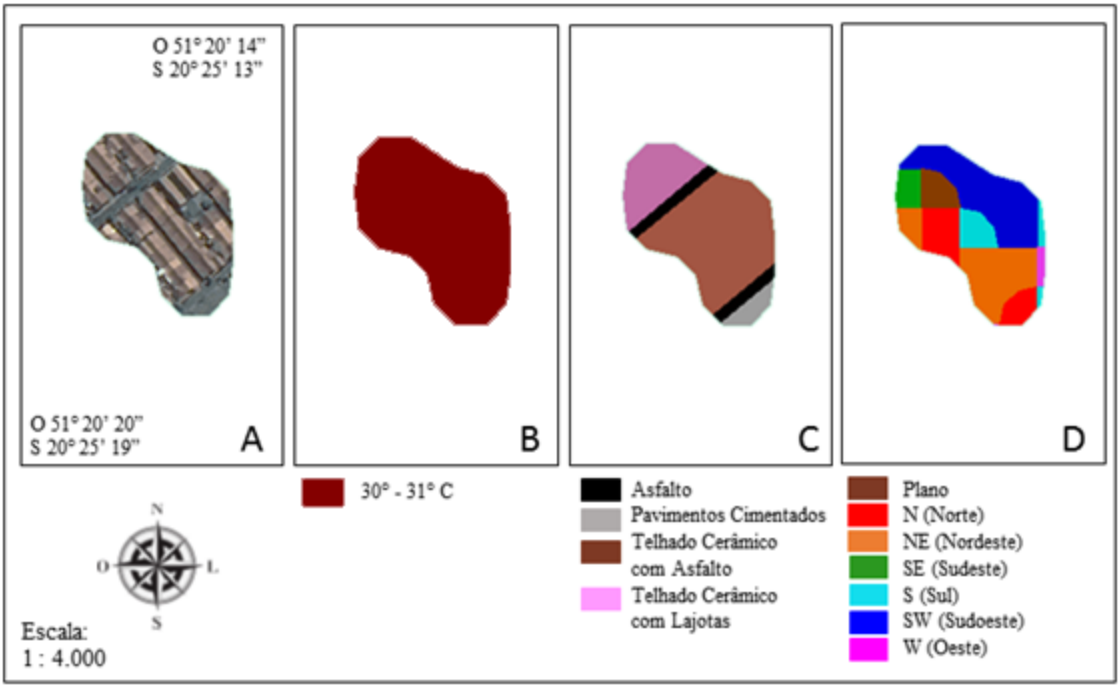
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)	TOTAL
	S	
Área (ha)	0,016	0,016
Área (%)	100,00	100,00

(1)S, Sul.

A Área 13 (Figura 53), estava localizada em área residencial, com ocorrência das classes TCA, TCL, ASF e PC. Apresentou uma área total de 1,143 ha (Tabela 89), onde, aproximadamente 82% esteve localizada em área residencial.

Nesta ICU, 35% da sua área total estava voltada para a vertente SW e W (Tabela 90).

Figura 53 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 13, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 64. Uso e ocupação do solo na Área 13, identificada na imagem de 02/04/2014.

Tabela 89 - Uso e ocupação do solo na Área 13, identificada na imagem de 02/04/2014

30 – 31°C	Uso e ocupação do solo (1)				Total
	ASF	TCA	TCL	PC	
Área (ha)	0,1391	0,6873	0,2538	0,0631	1,1433
Área (%)	12,17	60,12	22,20	5,52	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC, Pavimentos cimentados.

Tabela 90 - Orientação de Vertentes na Área 13, identificada na imagem de 02/04/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)							TOTAL
	N	NE	SE	S	SW	W	PLANO	
Área (ha)	0,194	0,313	0,061	0,102	0,381	0,019	0,074	1,143
Área (%)	16,92	27,34	5,29	8,92	33,36	1,65	6,51	100,00

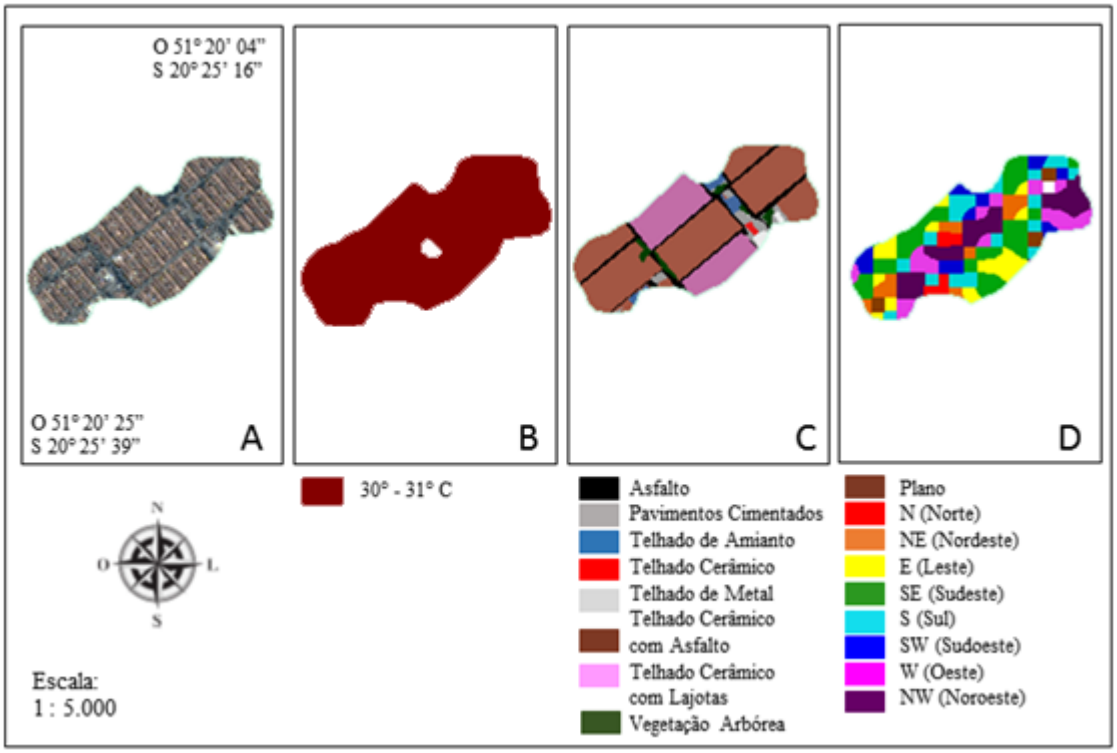
(1) N, Norte; NE, Nordeste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste.

A Área 14 (Figura 54), situada no bairro Zona Norte, estava localizada em área residencial e comercial, onde foi possível constatar a ocorrência de várias classes de uso e ocupação do solo, como, TCA, TCL, ASF, PC, VA, TM, TA e TC.

Esta ICU apresentou uma área total de 11,69 ha (Tabela 91), onde, 55,43% estava classificada como TCA, 21,97% como TCL e 13,99% com ASF.

Aproximadamente 22% desta área teve suas vertentes voltadas para SW, W e PLANO (Tabela 92).

Figura 54 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 14, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 91 - Uso e ocupação do solo na Área 14, identificada na imagem de 02/04/2014

30 – 31°C	Uso e ocupação do solo (1)								Total
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	TC	TM	VA	
Área (ha)	1,6355	6,4803	2,5681	0,4313	0,2010	0,0401	0,1025	0,2313	11,690
Área (%)	13,99	55,43	21,97	3,69	1,72	0,34	0,88	1,98	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC. Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TC, Telhado cerâmico; TM, Telhado de metal; VA, Vegetação arbórea.

Tabela 92 - Orientação de Vertentes na Área 14, identificada na imagem de 02/04/2014

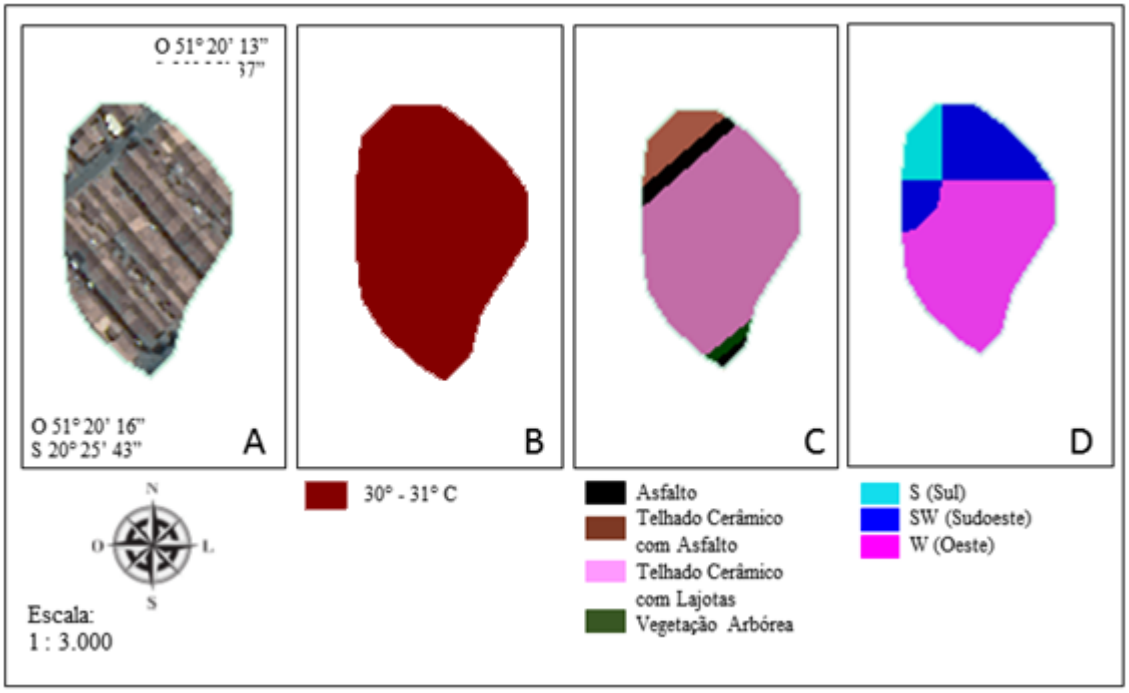
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,518	1,019	1,520	2,644	1,652	0,963	1,387	1,708	0,282	11,691
Área (%)	4,43	8,71	13,00	22,62	14,13	8,23	11,86	14,61	2,41	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 15 (Figura 55), estava localizada no bairro Zona Norte, em área residencial. As classes identificadas foram TCL, TCA, ASF e VA. Apresentou uma área total de 0,88 ha (Tabela 93). A área de residencial desta ICU foi de 90%.

As vertentes SW e W ocuparam aproximadamente 90% da área total da ilha de calor, assim, influenciando a ocorrência do fenômeno neste local.

Figura 55 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 15, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 93 - Uso e ocupação do solo na Área 15, identificada na imagem de 02/04/2014

30 – 31°C	Uso e ocupação do solo (1)				Total
	ASF	TCA	TCL	VA	
Área (ha)	0,0757	0,0796	0,7163	0,0125	0,8841
Área (%)	8,56	9,00	81,02	1,41	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; VA, Vegetação arbórea.

Tabela 94 - Orientação de Vertentes na Área 15, identificada na imagem de 02/04/2014

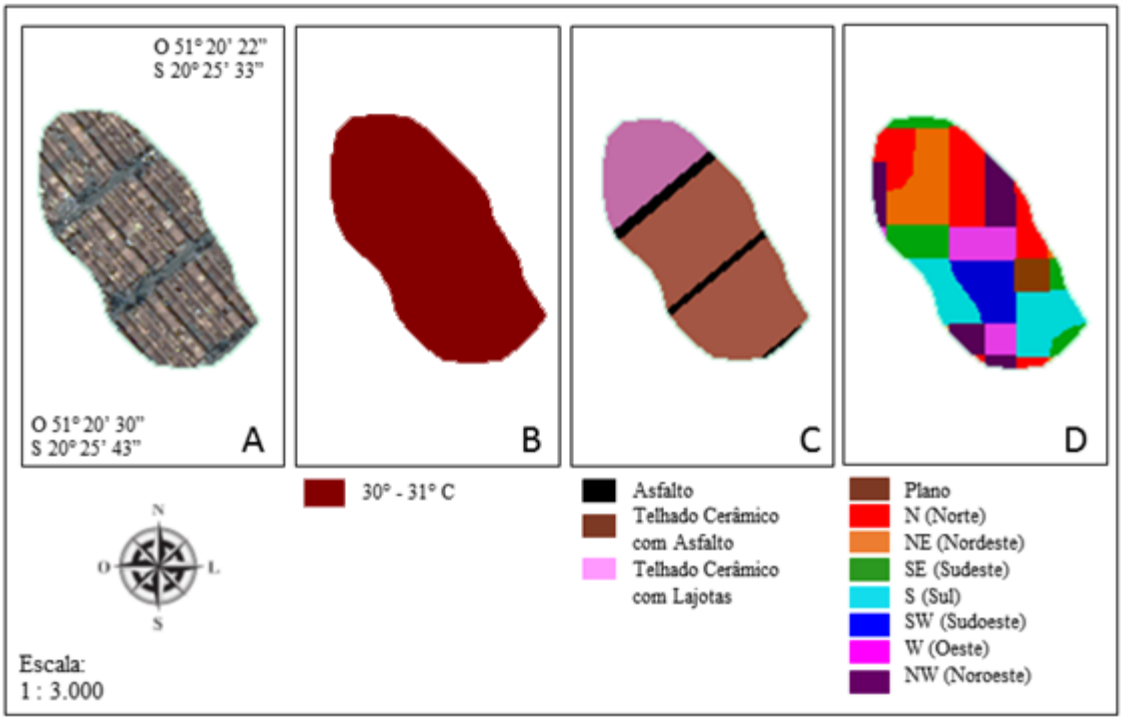
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)				TOTAL
	SE	S	SW	W	
Área (ha)	0,003	0,082	0,242	0,558	0,884
Área (%)	0,31	9,23	27,41	63,06	100,00

(1)SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste.

A Área 16 (Figura 56), também localizada no bairro Zona Norte, sendo identificadas as classes TCA, TCL e ASF. Com uma extensão de 2,95 ha (Tabela 95), 90% de sua área total estava ocupada por residências.

De acordo com a Tabela 96, aproximadamente 23% de sua área total foi classificada com as vertentes SW, W e PLANO.

Figura 56 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 16, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 95 - Uso e ocupação do solo na Área 16, identificada na imagem de 02/04/2014

30 – 31°C	Uso e ocupação do solo (1)			Total
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,2928	1,9690	0,6905	2,9523
Área (%)	9,92	66,69	23,39	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

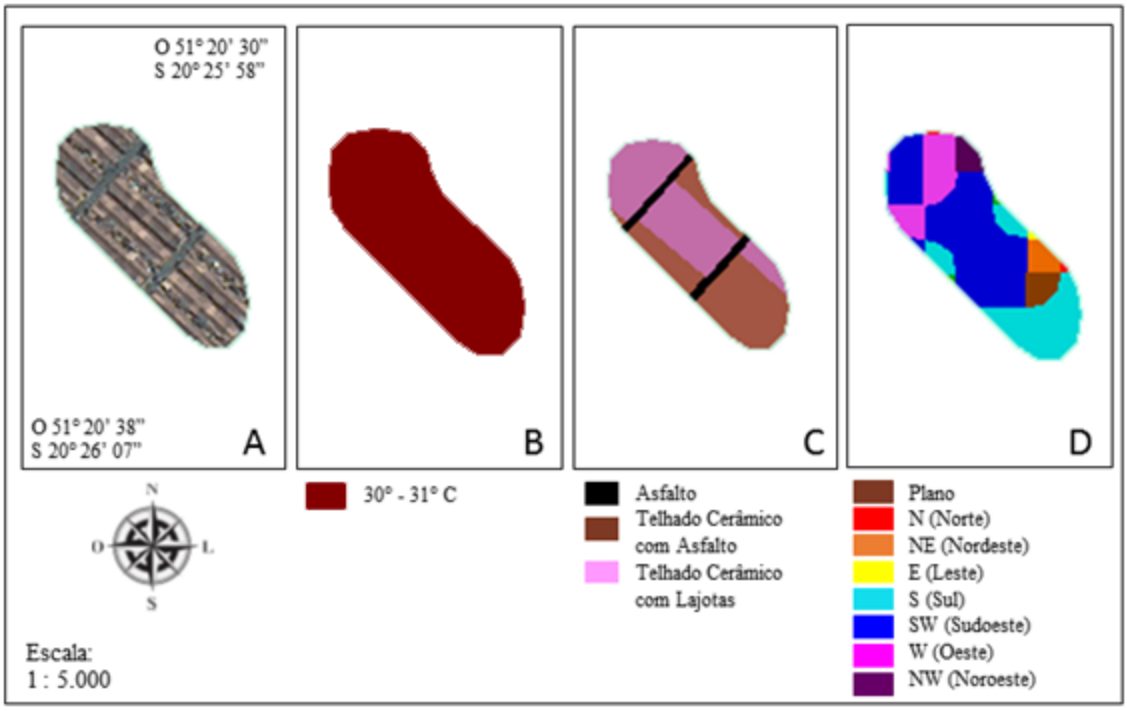
Tabela 96 - Orientação de Vertentes na Área 16, identificada na imagem de 02/04/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,633	0,427	0,333	0,522	0,285	0,292	0,364	0,096	2,952
Área (%)	21,44	14,46	11,29	17,68	9,64	9,89	12,33	3,26	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 17 (Figura 57), estava localizada no bairro Zona Sul. A área total desta ICU foi 1,95 ha (Tabela 97). As classes identificadas foram TCL (46,04%), TCA (45,53%) e ASF (8,43%). De acordo com os dados obtidos e mostrados na Tabela 98, 63% da sua área total apresentou-se voltadas para as vertentes SW, W e PLANO.

Figura 57 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 17, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 97 - Orientação de Vertentes na Área 17, identificada na imagem de 02/04/2014

30 – 31°C	Uso e ocupação do solo (1)			Total
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,1648	0,8903	0,9003	1,9554
Área (%)	8,43	45,53	46,04	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

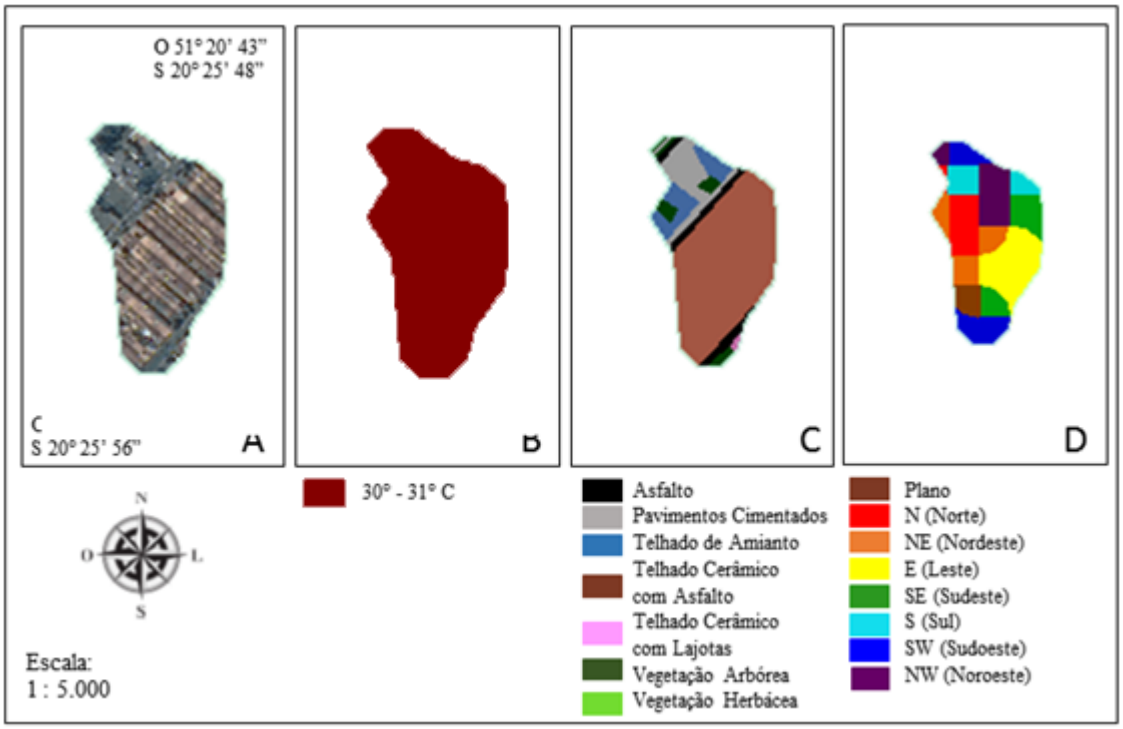
Tabela 98 - Uso e ocupação do solo na Área 17, identificada na imagem de 02/04/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,018	0,081	0,009	0,020	0,533	0,915	0,247	0,058	0,075	1,955
Área (%)	0,92	4,13	0,47	1,01	27,25	46,78	12,63	2,98	3,83	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 18 (Figura 58), estava localizada no bairro Zona Sul. A área total desta ICU foi de 1,60 ha (Tabela 99). As classes identificadas com áreas residências foram TCA (64,59%) e TCL (0,66%). De acordo com os dados da Tabela 100, aproximadamente 25% identificou-se as classes das vertentes SW, W e PLANO.

Figura 58 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 18, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 99 - Uso e ocupação do solo na Área 18, identificada na imagem de 02/04/2014

30 – 31°C	Uso e ocupação do solo (1)						Total
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	VA	
Área (ha)	0,1478	1,0348	0,0106	0,2026	0,1459	0,0602	1,6020
Área (%)	9,23	64,59	0,66	12,65	9,12	3,76	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC, Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TM, Telhado de metal; VA, Vegetação arbórea.

Tabela 100 - Orientação de Vertentes na Área 18, identificada na imagem de 02/04/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	NW	PLANO	
Área (ha)	0,206	0,209	0,334	0,194	0,159	0,212	0,220	0,068	1,602
Área (%)	12,87	13,05	20,86	12,12	9,89	13,21	13,73	4,26	100,00

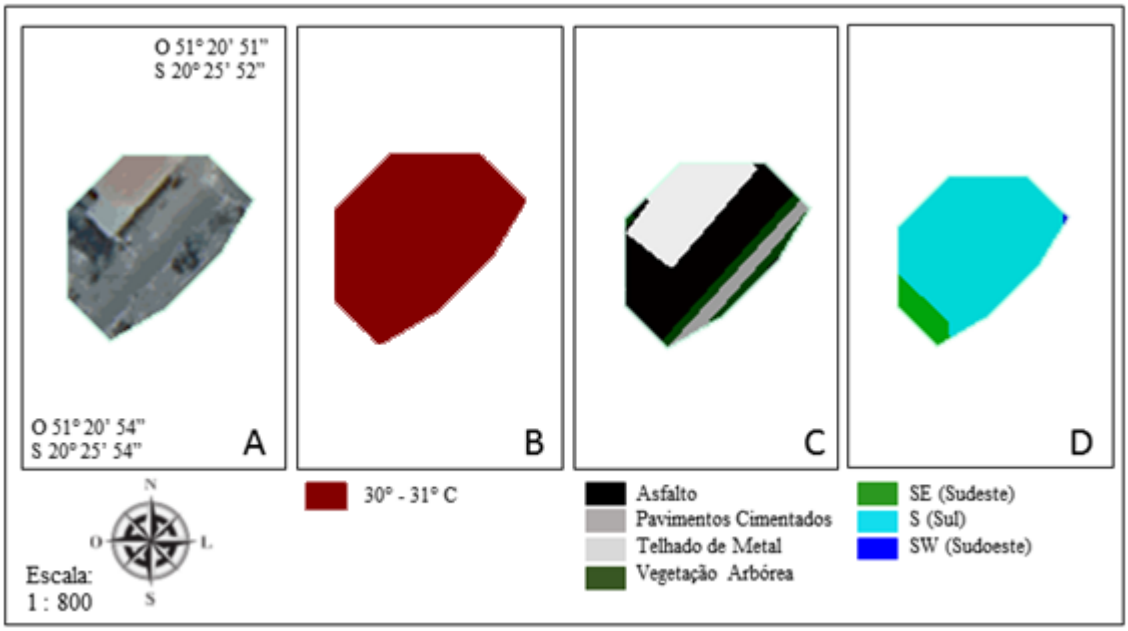
(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 19 (Figura 59), estava localizada no bairro Zona Sul, em área comercial.

De acordo com os dados obtidos e apresentados na Tabela 101, esta ICU teve uma área de 0,174 ha, onde, 48,54% foi identificado a classe ASF, 29,50%.

Apenas 0,11% da área total desta ICU foi identificada com a vertente SW (Tabela 102), sendo assim, não havendo influencia na temperatura deste local.

Figura 59 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 19, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 101 - Uso e ocupação do solo na Área 19, identificada na imagem de 02/04/2014

30 – 31°C	Uso e ocupação do solo (¹)				Total
	ASF	PC	TM	VA	
Área (ha)	0,0849	0,0217	0,0516	0,0167	0,1749
Área (%)	48,54	12,41	29,50	9,55	100,00

(¹) ASF, Asfalto; Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TM, Telhado de metal; VA, Vegetação arbórea.

Tabela 102 - Orientação de Vertentes na Área 19, identificada na imagem de 02/04/2014

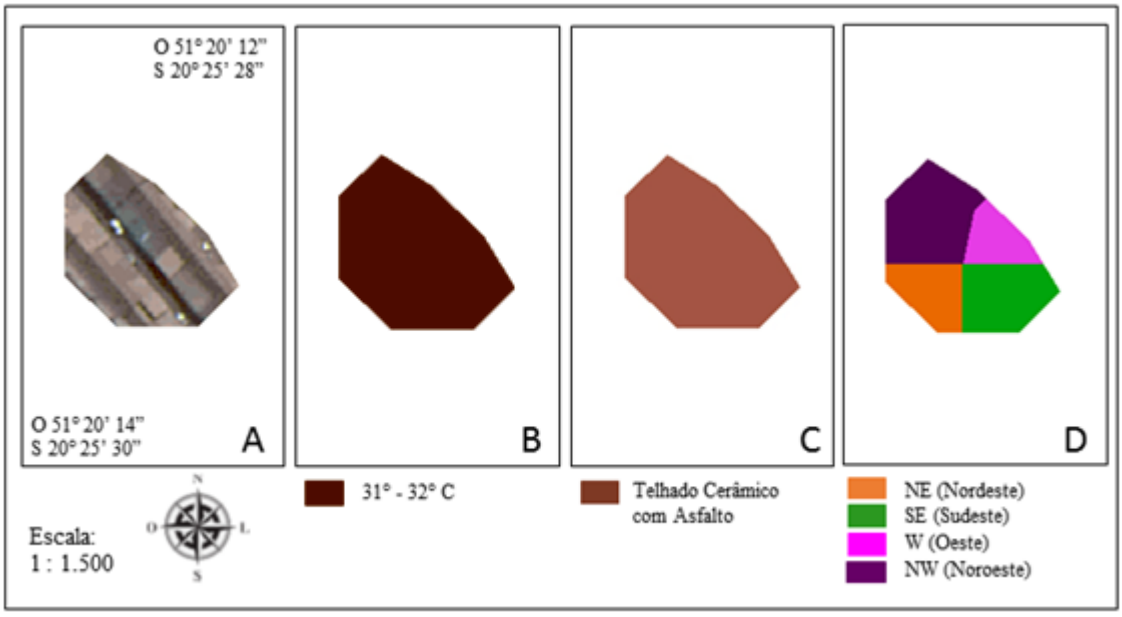
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (¹)			TOTAL
	SE	S	SW	
Área (ha)	0,017	0,158	0,000	0,175
Área (%)	9,43	90,45	0,11	100,00

(¹)SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste.

A Área 20 (Figura 60), foi a ICU de temperatura mais alta, comparada com as áreas de referência no entorno, atingindo uma temperatura entre 31 a 32°C. Localizada no bairro Zona Norte, identificou-se apenas uma classe de uso do solo, TCA.

A área desta ICU foi de 0,176 ha (Tabela 103) e 13,07% da sua área total está classificada com a vertente W (Tabela 104).

Figura 60 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 20, na imagem de 02/04/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 103 - Uso e ocupação do solo na Área 20, identificada na imagem de 02/04/2014

31 – 32°C	Uso e ocupação do solo (1)	Total
	TCA	
Área (ha)	0,1761	0,176
Área (%)	100,00	100,00

(1)TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

Tabela 104 - Orientação de Vertentes na Área 20, identificada na imagem de 02/04/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)				TOTAL
	NE	W	SE	NW	
Área (ha)	0,051	0,023	0,033	0,067	0,176
Área (%)	29,38	13,07	19,10	38,45	100,00

(1) NE, Nordeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

Na data 02/04/2014, a classe de uso e ocupação do solo de maior ocorrência foi a TCA (65,20 ha) e TCL (30,46 ha), devido a grande maioria destas residências serem construídas

como casas germinadas, concordando com COSTA et al (2010), onde casas dispostas desta forma, impedem a circulação dos ventos, corroborando com BOUKHABLA et al (2013), afirmando que os maiores valores de temperatura ocorrem em áreas com ruas mais estreitas.

A classe ASF teve uma alta ocorrência nas ICU analisadas, um total de 32, 88 ha, e também apresentaram influencia devido suas orientações de vertentes, devido a pavimentação asfáltica ser um material impermeável, absorve mais calor e irradia o mesmo durante o dia, estando de acordo com BARROS (2012), segundo o mesmo a combinação do adensamento de construções com a alta taxa de impermeabilização e a localização de uma vertente voltada para o sol, favorece o aumento de temperatura.

4.6 Ilha de Calor Urbana em 30/12/2014

Na imagem de 30/12/2014 (Figura 61), foram encontradas 06 ICU, denominadas como Área 1, Área 2, Área 3, Área 4, Área 5 e Área 6. Todas áreas encontradas estiveram com temperatura variando entre 30 a 31°C.

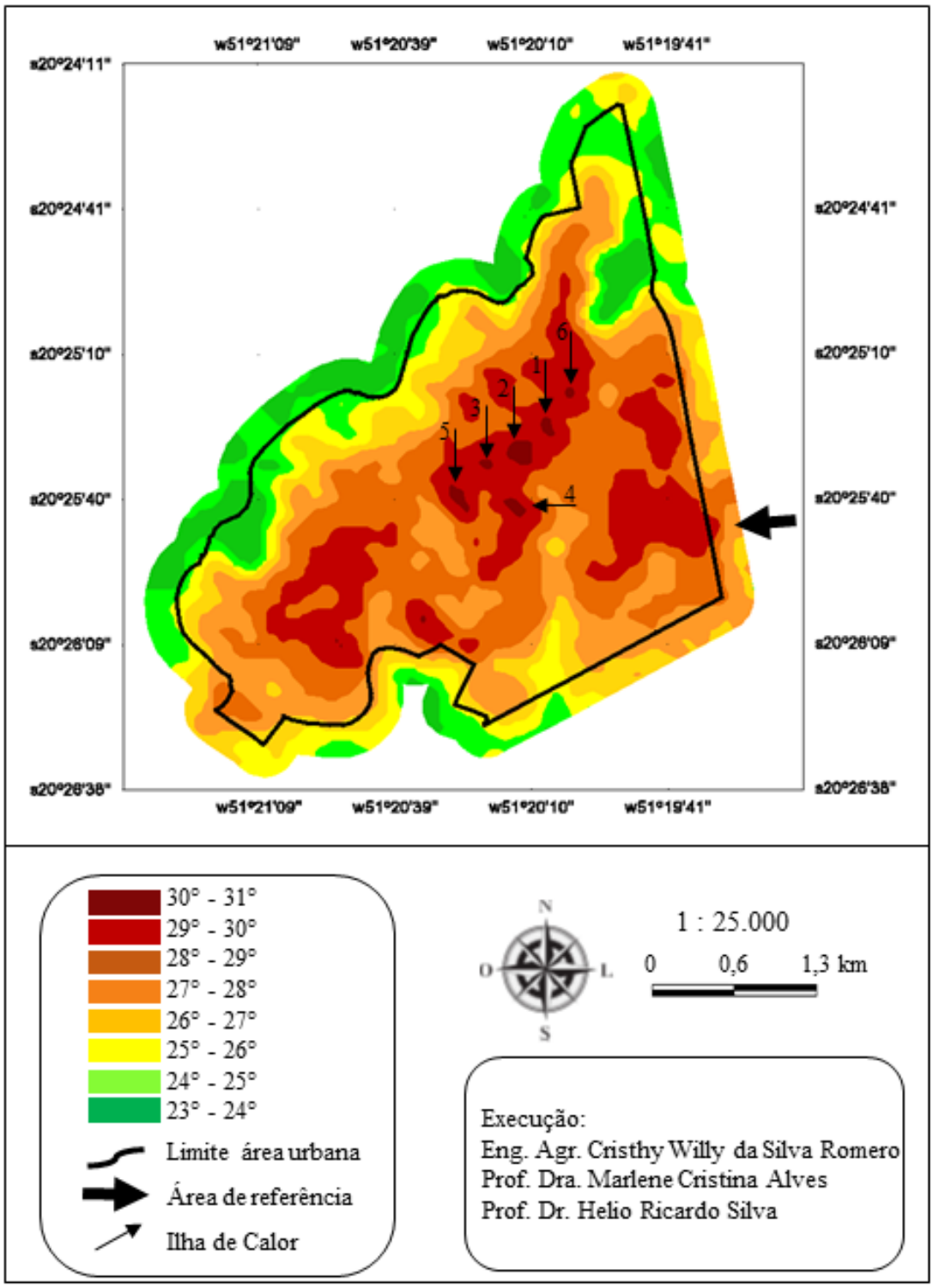
As áreas do entorno utilizadas como referência para a identificação das ICU, apresentaram a temperatura entre 29 a 30°C, dentro das áreas de referência pode-se constatar a presença das classes Asfalto e Solo exposto.

A Amplitude Térmica das ICU foi de 1°C, de acordo com GARCÍA (1996), são classificadas como fraca magnitude.

A área total de ilhas de calor identificadas nesta data foi de 4,698 ha, correspondendo a 0,68% da área urbana de Ilha Solteira.

De acordo com os dados obtidos pelo Canal CLIMA, a velocidade do vento em Ilha Solteira no momento da passagem do satélite, foi de 9,6 km/h, considerado de média intensidade.

Figura 61 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 30/12/2014

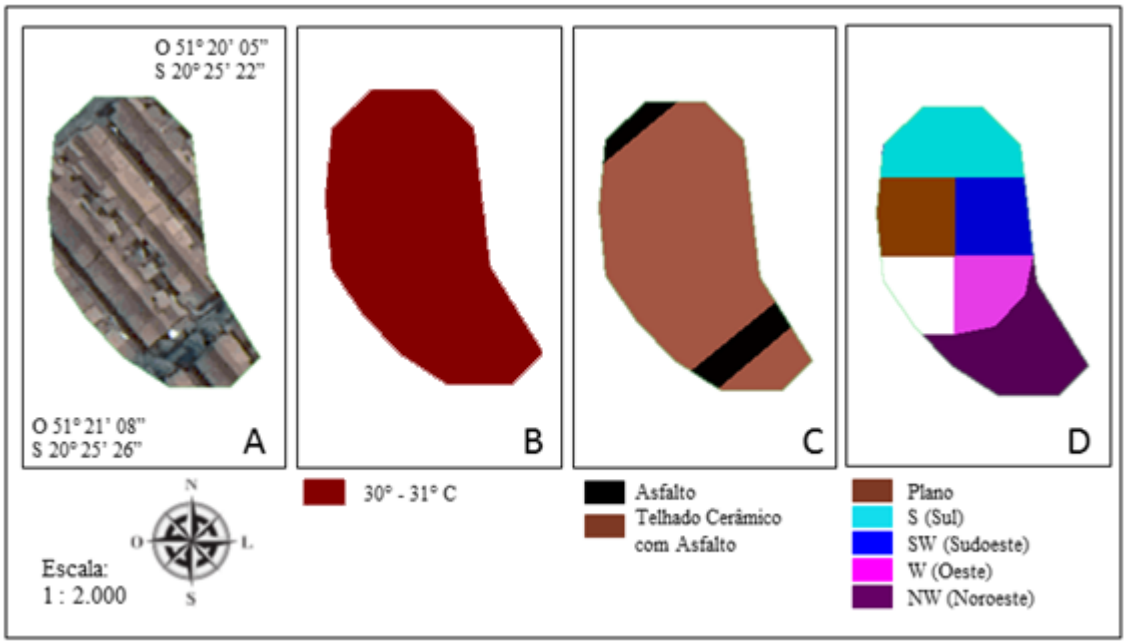


Fonte: Elaboração do próprio autor

A Área 1 (Figura 62, Tabela 105 e 106) localizada no bairro Zona Norte, com uma área total de 0,614 ha, identificando a ocorrência de 02 classes, ASF (11,56%) e TCA (88,44). Esta

ICU estava posicionada em área residencial. Aproximadamente 48% da sua área total teve suas vertentes (SW, W e PLANO) favorecendo o aumento da temperatura.

Figura 62 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 30/12/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 105 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 30/12/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (1)		TOTAL
	ASF	TCA	
Área (ha)	0,071	0,543	0,614
Área (%)	11,56	88,44	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

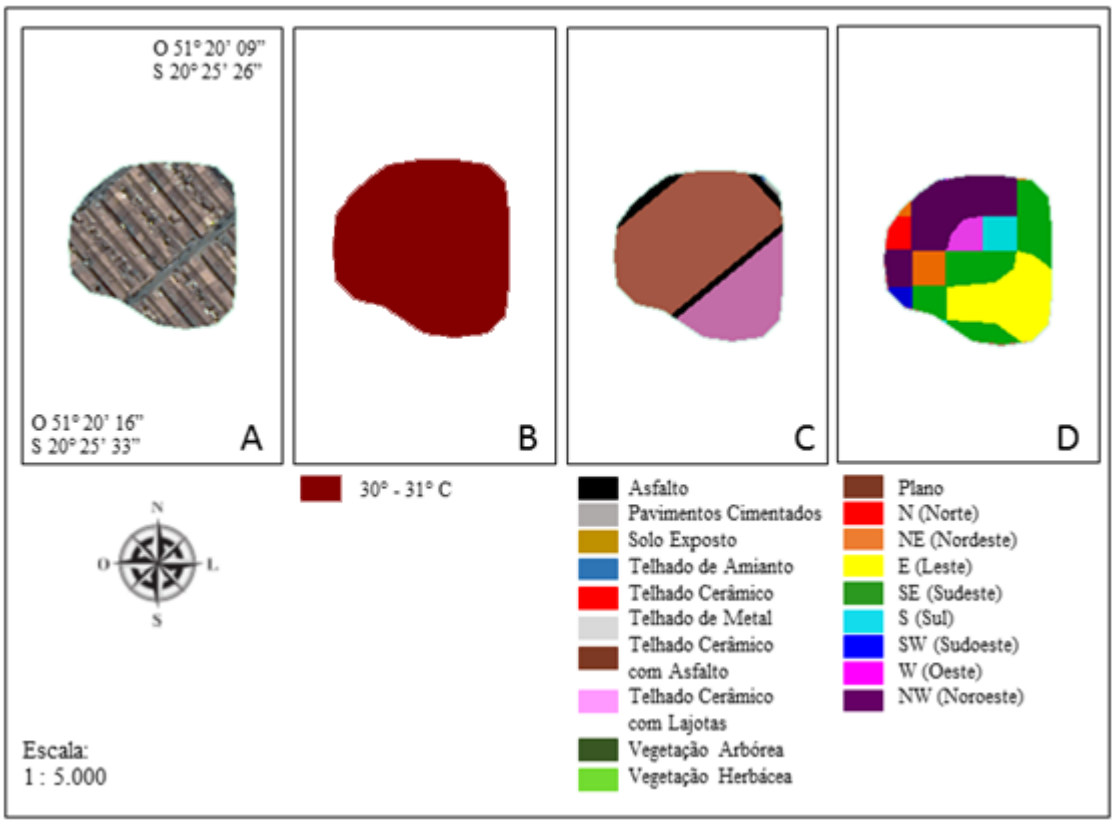
Tabela 106 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 30/12/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)					TOTAL
	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,131	0,092	0,075	0,153	0,092	0,543
Área (%)	24,08	16,88	13,84	28,23	16,97	100,00

(1)S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 2, (Figura 63, Tabela 107 e 108), localizada no bairro Zona Norte, em área residencial, com uma extensão total de 1,861 ha. Nesta ICU foi possível identificar a ocorrência de 03 classes, TCA (63,69%), TCL (26,69%) e ASF (9,63%). A classes de orientação de vertente de maior área foi a SE (28,44%), e as vertentes que favorecem o fenômeno de ICU atingiu 6% da área total, sendo estas W (4,12%) e SW (1,82%).

Figura 63 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 30/12/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 107 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 30/12/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (1)			TOTAL
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,179	1,185	0,496	1,861
Área (%)	9,63	63,69	26,69	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC, Pavimentos cimentados; TA, Telhado de Amianto.

Tabela 108 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 30/12/2014

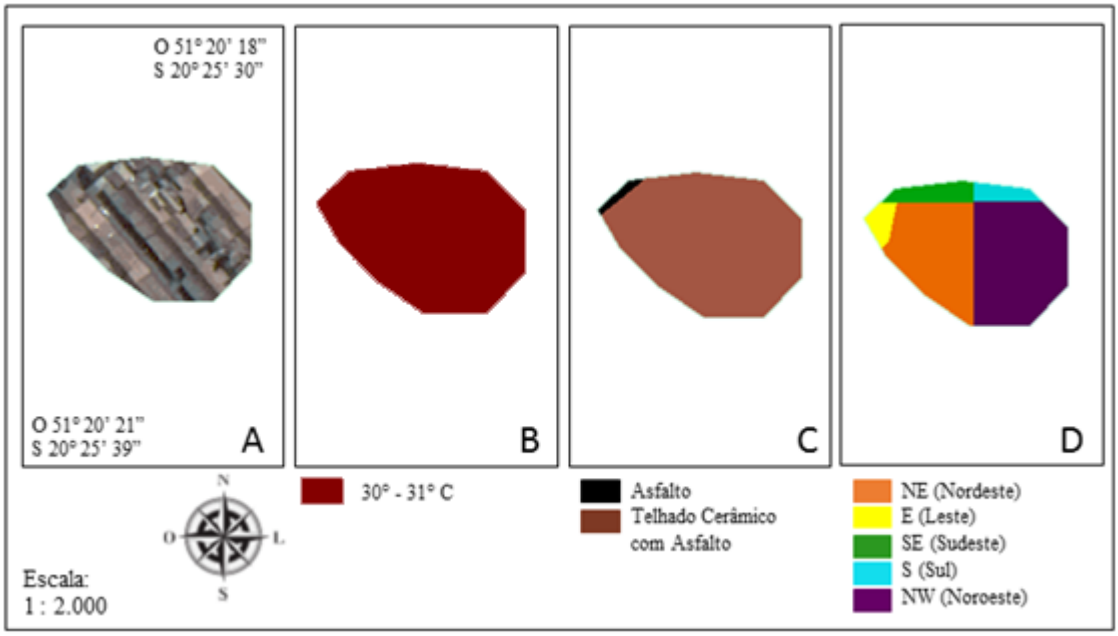
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Área (ha)	0,063	0,109	0,468	0,529	0,097	0,034	0,078	0,482	1,861
Área (%)	3,40	5,87	25,15	28,44	5,23	1,82	4,18	25,92	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 3 (Figura 64, Tabela 109 e 110) está localizada no bairro Zona Norte, e esta ICU ocorreu em área residencial. Possui 0,345 ha de extensão territorial, onde identificou-se a presença de 02 classes de uso do solo, sendo elas, TCA, 97,88% e ASF, ocupando 2,12% de

sua área. De acordo com os dados referente a orientação de vertentes, analisou que não houve a presença de nenhuma área com vertente SW ou W, desta forma, a ocorrência de ICU neste local foi devido ao uso e ocupação do solo.

Figura 64 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 3, na imagem de 30/12/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 109 - Uso e ocupação do solo na Área 3, identificada na imagem de 30/12/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (1)		TOTAL
	ASF	TCA	
Área (ha)	0,007	0,337	0,345
Área (%)	2,12	97,88	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

Tabela 110 - Orientação de Vertentes na Área 3, identificada na imagem de 30/12/201

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)					TOTAL
	NE	E	SE	S	NW	
Área (ha)	0,126	0,014	0,023	0,016	0,166	0,345
Área (%)	36,52	3,97	6,67	4,58	48,24	100,00

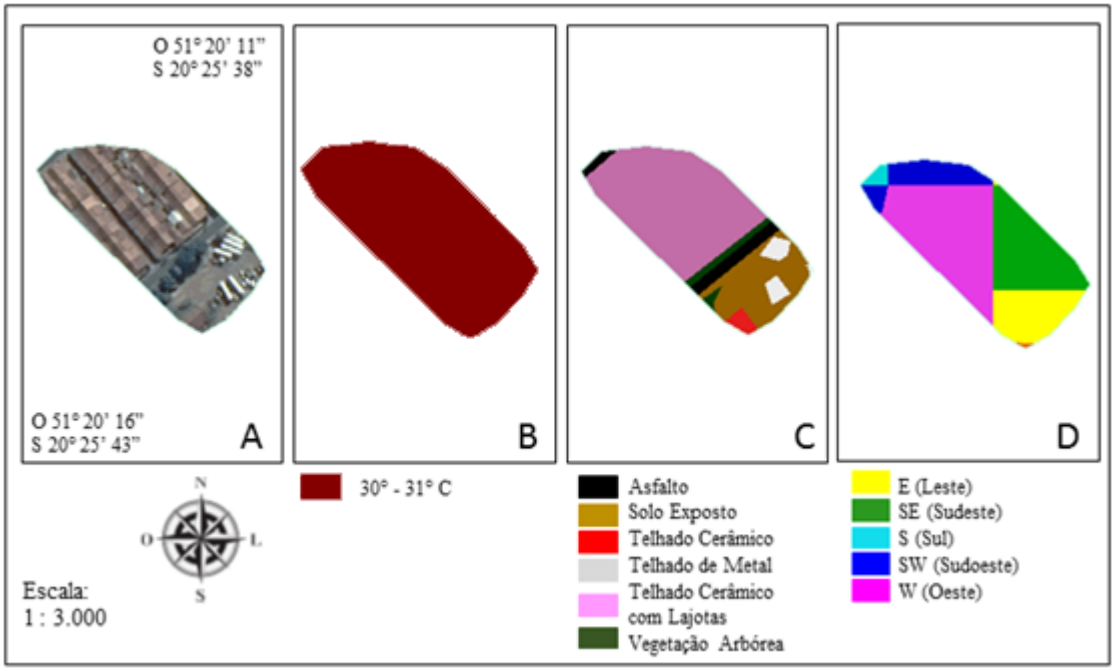
(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

De acordo com os dados obtidos na imagem de 30/12/2014, a Área 4 (Figura 65, Tabela 111 e 112), estava localizada no bairro Zona Norte, ocupando uma área de 0,811 ha, parte desta

ICU ocorre em área residencial, o restante está ocupada por uma área de almoxarifado da Prefeitura Municipal de Ilha Solteira.

As classes de uso do solo encontradas foram, TCL (6,72%), SE (21,91%), ASF (7,45%), TM (3,63%), VA (3,30%) e TC (1,99%). As vertentes SW e W, juntas ocupam uma área de 53,84%, recebendo incidência solar direta, assim, influenciando na formação da ICU neste local.

Figura 65 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 4, na imagem de 30/12/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 111 - Uso e ocupação do solo na Área 4, identificada na imagem de 30/12/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (1)						TOTAL
	ASF	TCL	TC	TM	SE	VA	
Área (ha)	0,060	0,501	0,016	0,029	0,178	0,027	0,811
Área (%)	7,45	61,72	1,99	3,63	21,91	3,30	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; TM, Telhado de metal; SE, Solo exposto; VA, Vegetação arbórea.

Tabela 112 - Orientação de Vertentes na Área 4, identificada na imagem de 30/12/2014

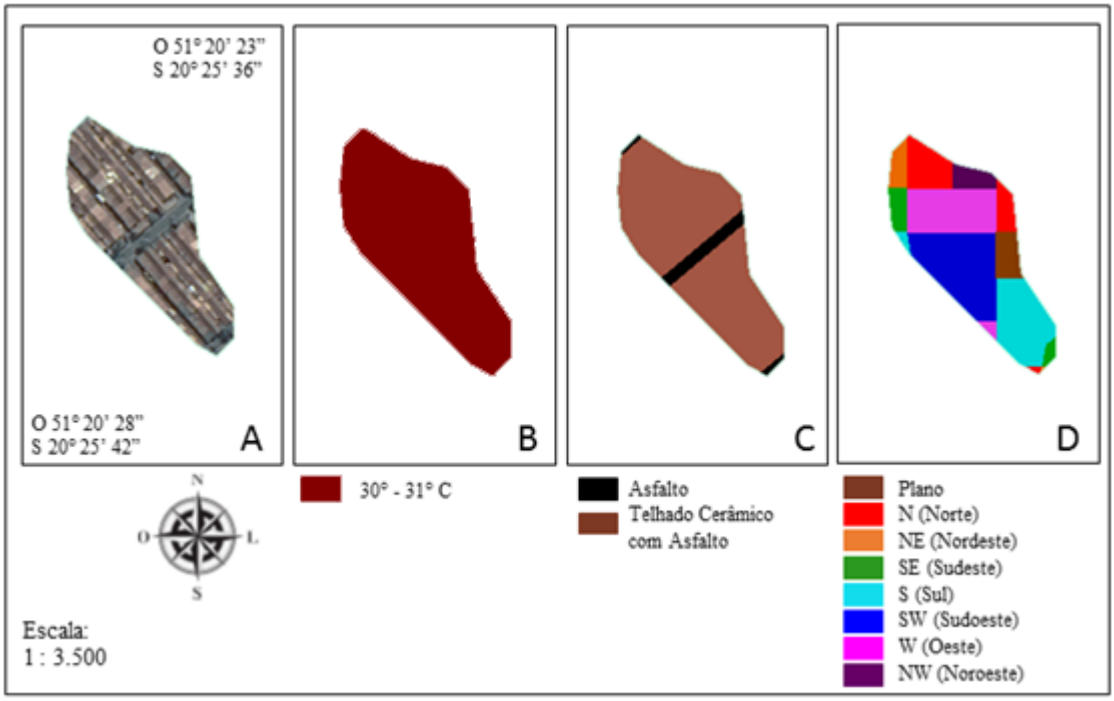
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)						TOTAL
	NE	E	SE	S	SW	W	

Área (ha)	0,003	0,142	0,214	0,016	0,100	0,337	0,811
Área (%)	0,35	17,54	26,33	1,95	12,34	41,50	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 5 da imagem de 30/12/2014 (Figura 66, Tabela 113 e 114), localizada no bairro Zona Norte, ocupava uma área de 0,98 ha. Esta ICU ocorreu em uma área residencial, onde foi possível constatar a presença de 02 classes, TCA (92,16%) e ASF (7,84%). As vertentes SW, W e PLANO, encontradas nesta ICU, possui uma somatória de 51,5% da área total, desta forma, a orientação de vertente neste local foi favorável a ocorrência da ICU.

Figura 66 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 5, na imagem de 30/12/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 113 - Uso e ocupação do solo na Área 5, identificada na imagem de 30/12/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (1)		TOTAL
	ASF	TCA	
Área (ha)	0,077	0,906	0,983
Área (%)	7,84	92,16	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

Tabela 114 - Orientação de Vertentes na Área 5, identificada na imagem de 30/12/2014

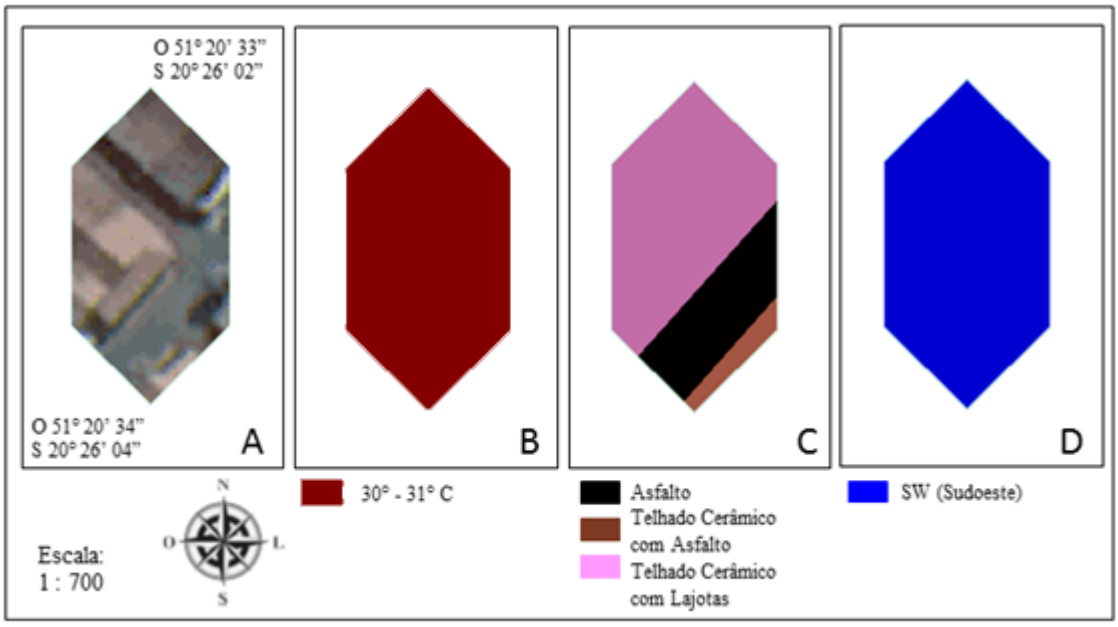
30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,137	0,038	0,051	0,197	0,263	0,203	0,044	0,051	0,983

Área (%)	13,94	3,90	5,21	20,01	26,75	20,63	4,43	5,14	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

Analisando a Área 6 da imagem de 30/12/2014 (Figura 68, Tabela 115 e 116), foi possível constatar que a mesma estava alojada em uma área residencial, no bairro Zona Norte. Sua extensão territorial era de 0,086 ha, constatando a presença de 03 classes, TCL (67,01%), ASF (26,97%) e TCA (6,02%). Toda a área desta ICU foi classificada com a vertente SW, exercendo a influência na temperatura de superfície local, onde sua inclinação recebe incidência solar direta.

Figura 67 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 6, na imagem de 30/12/2014



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 115 - Uso e ocupação do solo na Área 6, identificada na imagem de 30/12/2014

30 - 31°C	Uso e Ocupação do Solo (1)			TOTAL
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,023	0,005	0,058	0,086
Área (%)	26,97	6,02	67,01	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

Tabela 116 - Orientação de Vertentes na Área 6, identificada na imagem de 30/12/2014

30 - 31°C	Orientação de Vertentes (1)	TOTAL
	SW	
Área (ha)	0,086	0,086
Área (%)	100,00	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

As 06 áreas com ICU da data 30/12/2014, foram localizadas no bairro Zona Norte, onde as classes de maior ocorrência foram TCA, TCL e ASF, caracterizando áreas residenciais, de construções adensadas. Nesta data, as ICU denominadas Área 1, Área 4, Área 5 e Área 6, foram influenciadas pela orientação de vertentes, pois recebiam insolação direta em grande parte de sua área.

4.7 Ilha de Calor Urbana em 07/02/2015

De acordo com os dados de temperatura de superfície da imagem de 07/02/2015, foram constatadas a presença de 03 áreas ocorrendo o fenômeno ICU (Área 01 a Área 03). Todas as áreas das ICU apresentaram uma temperatura variando entre 29 a 30°C (Figura 68).

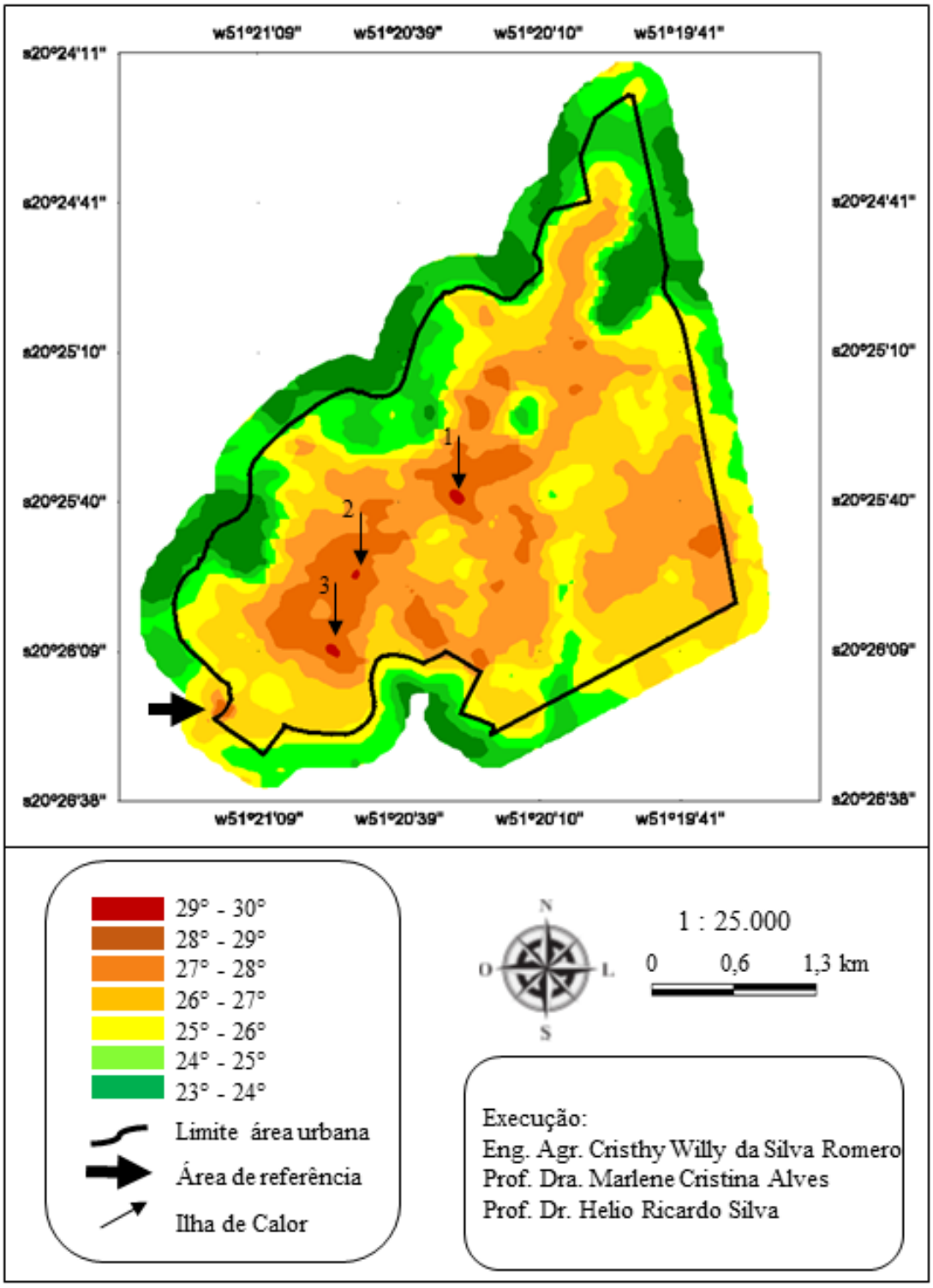
Dentro do buffer de 200m, foi encontrada uma área com temperatura entre 28 a 29°C, identificada como área de referência para a determinação da ocorrência de ICU na área urbana. Esta área utilizada como referência apresentou as classes Asfalto e Solo exposto.

A amplitude térmica das ICU foi de 1°C, sendo classificada como fraca magnitude, de acordo com a classificação de GARCÍA (1996).

A área total de ICU nesta data foi de 1,052 ha, correspondendo a 0,15% da área urbana de Ilha Solteira.

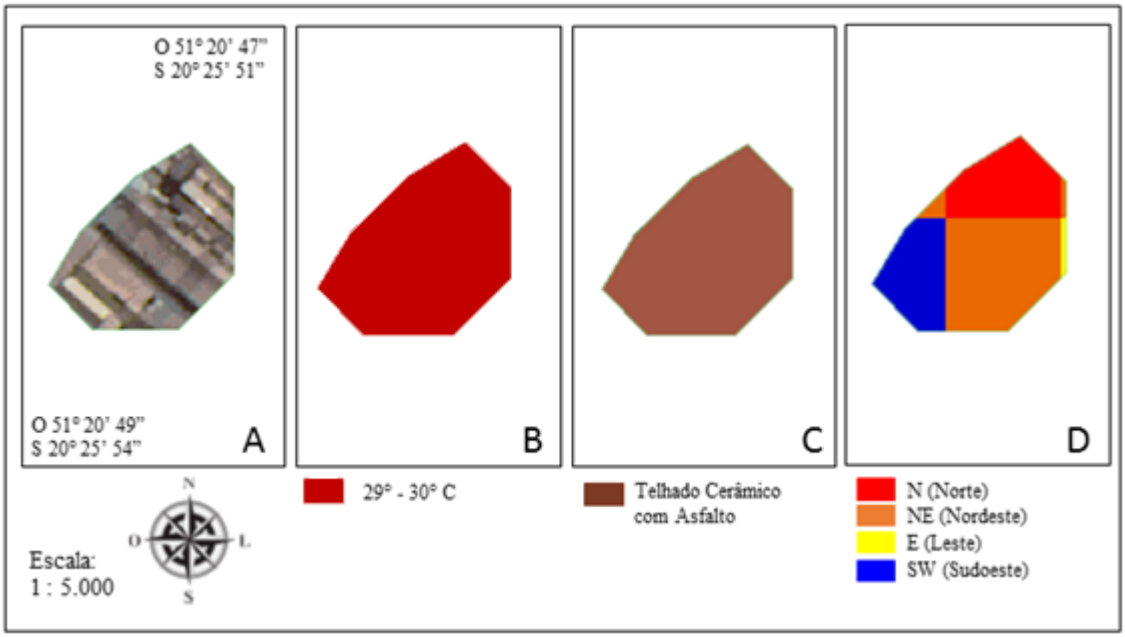
De acordo com os dados obtidos pelo Canal CLIMA, a velocidade do vento em Ilha Solteira no momento da passagem do satélite, foi de 1,4 km/h, considerado fraco, tal fato favoreceu a ocorrência de ICU na cidade.

Figura 68 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 07/02/2015



A Área 1 de 07/02/2015 (Figura 69, Tabela 117 e 118), estava localizada no bairro Zona Sul de Ilha Solteira, em área residencial. Esta ICU possuía uma área de 0,175 há, onde o uso do solo ficou restrito a classe TCA, ocupando uma área de 100% da área da ilha. A vertente SW ocupou uma área de 0,036 ha, correspondendo a 20,53% da área total da ilha, onde, associada ao uso do solo, influenciou na temperatura local.

Figura 69 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 07/02/2015



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 117 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 07/02/2015

29 - 30°C	Uso e Ocupação do Solo (1)	TOTAL
	TCA	
Área (ha)	0,175	0,175
Área (%)	100,00	100,00

(1)TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

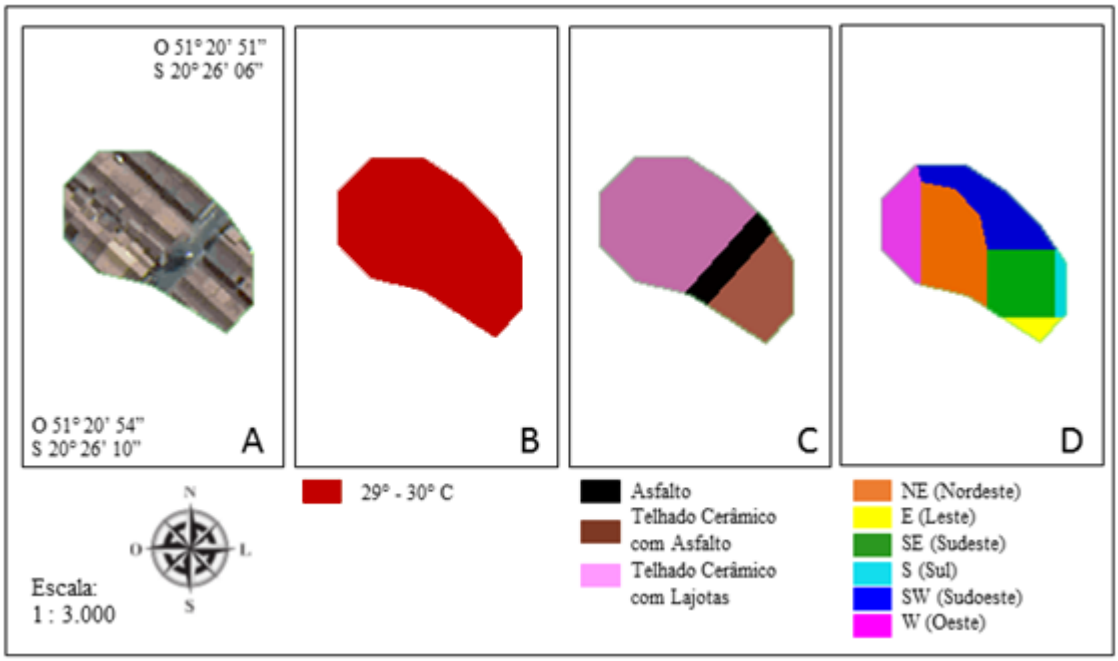
Tabela 118 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 07/02/2015

29 - 30°C	Orientação de Vertentes (1)				TOTAL
	N	NE	E	SW	
Área (ha)	0,050	0,086	0,003	0,036	0,175
Área (%)	28,70	49,00	1,77	20,53	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SW, Sudoeste.

De acordo com a Figura 70 e as Tabelas 119 e 120, a ICU denominada Área 2, estava localizada no bairro Zona Norte, apresentando-se em área residencial. A área desta ICU foi de 0,434 ha, onde identificou-se 03 classes de uso do solo, TCL (64,25%), TCA (23,15%) e ASF (12,60%). A soma das vertentes de maior incidência solar na área urbana de Ilha Solteira, (SW e W), foi de 39,6%.

Figura 70 -. Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 07/02/2015



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 119 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 07/02/2015

29 - 30°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)			TOTAL
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,055	0,101	0,279	0,434
Área (%)	12,60	23,15	64,25	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

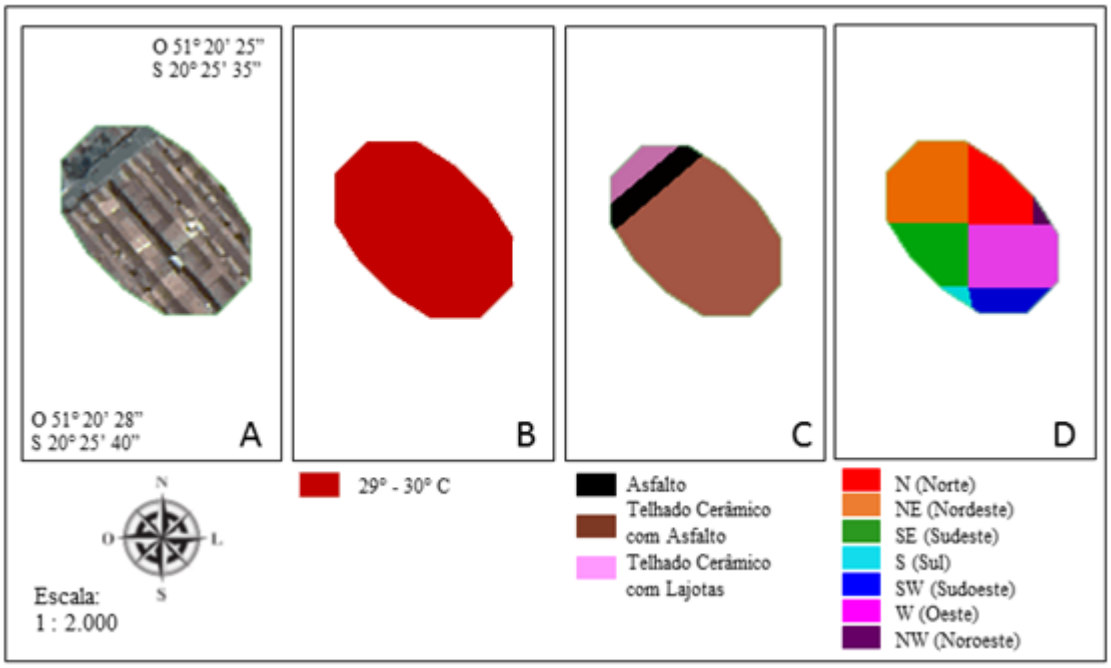
Tabela 120 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 07/02/2015

29 - 30°C	Orientação de Vertentes (¹)						TOTAL
	NE	E	SE	S	SW	W	
Área (ha)	0,138	0,018	0,095	0,011	0,099	0,073	0,434
Área (%)	31,67	4,19	21,95	2,58	22,90	16,70	100,00

(¹)NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste.

A ICU denominada Área 3 (Figura 71, Tabela 121 e 122), estava localizada no bairro Zona Sul, em área residencial. Esta ICU ocupou uma área de 0,441 ha, onde foram identificadas 3 classes de uso do solo, sendo estas, TCA (78,57%), ASF (14,51%) e TCL (6,92%). As vertentes SW e W ocuparam 43,88% da área total da ICU, sendo assim, a orientação de vertentes favoreceu a ocorrência de ICU neste local.

Figura 71 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 3, na imagem de 07/02/2015



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 121 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 07/02/2015

29 - 30°C	Uso e Ocupação do Solo (¹)			TOTAL
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,064	0,347	0,031	0,441
Área (%)	14,51	78,57	6,92	100,00

(¹) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

Tabela 122 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 07/02/2015

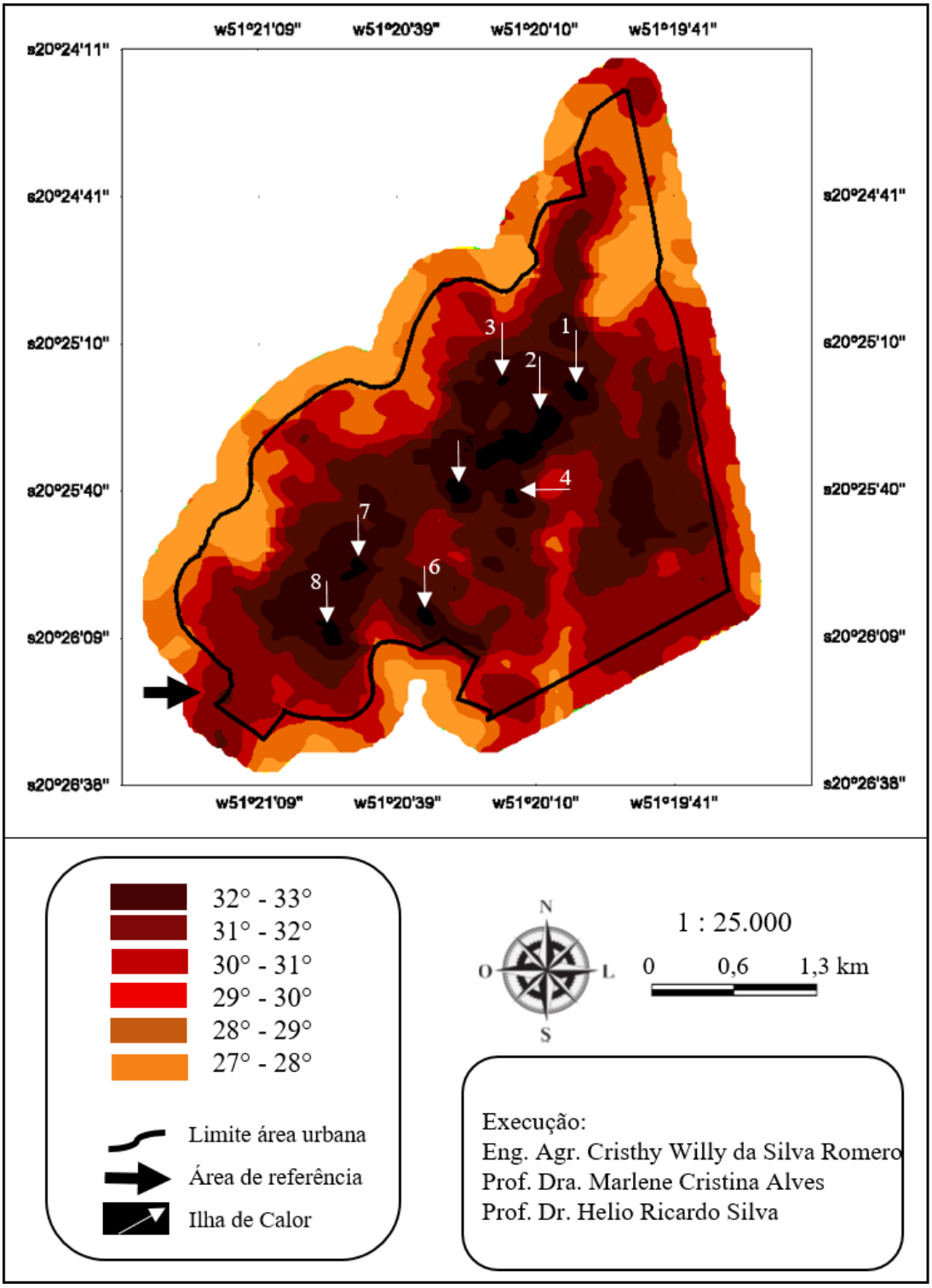
29 - 30°C	Orientação de Vertentes (¹)							TOTAL
	N	NE	SE	S	SW	W	NW	
Área (ha)	0,021	0,068	0,130	0,020	0,082	0,111	0,009	0,441
Área (%)	4,74	15,46	29,43	4,49	18,64	25,24	2,00	100,00

(¹) N, Norte; NE, Nordeste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

4.8 Ilha de Calor Urbana em 14/10/2015

Na imagem de temperatura de superfície de 14/10/2015, foi possível identificar 8 áreas com ocorrência de ICU, denominadas Área 1, Área 2, Área 3, Área 4, Área 5, Área 6, Área 7 e Área 8. Todas áreas identificadas com ilha de calor estiveram na mesma faixa de temperatura, entre 33 e 34°C (Figura 72).

Figura 72 - Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 14/10/2015



Fonte: Elaboração do próprio autor

Dentro do buffer de 200m, foi encontrada uma área com temperatura entre 32 a 33°C, identificada como área de referência para a determinação da ocorrência de ICU na área urbana.

Esta área utilizada como referência apresentou as classes Asfalto, Pavimentos cimentados e Vegetação Herbácea.

A amplitude térmica das ICU foi de 1°C, sendo classificada como fraca magnitude, de acordo com a classificação de GARCÍA (1996).

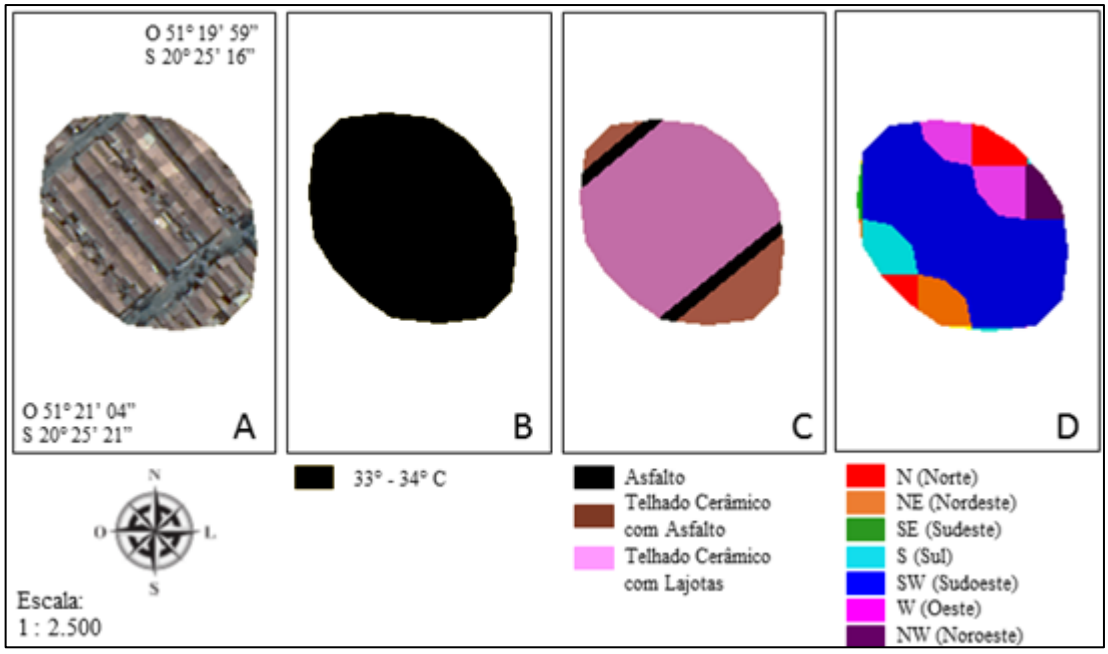
A área total de ICU em 14/10/2015 foi de 15,261 ha, correspondendo a 2,21% da área urbana de Ilha Solteira.

De acordo com os dados obtidos pelo Canal CLIMA, a velocidade do vento em Ilha Solteira no momento da passagem do satélite em 14/10/2015, foi de 5,3 km/h, considerado fraco, tal fato favoreceu a ocorrência de ICU na cidade.

A ICU denominada Área 1 (Figura 73, Tabela 123 e 124) na imagem de 14/10/2015, situada no bairro Zona Norte, estava sobre uma área residencial, ocupando uma área total de 1,143 ha. Analisando esta ICU foi possível a identificação de 3 classes de uso do solo, TCL (74,90%), TCA (14,38%) e ASF (10,72%).

A vertente de maior ocorrência foi a SW, com 65,07% da área total da ilha de calor, seguida da vertente W, com 11,41%. Desta forma, a orientação de vertentes influenciou na ocorrência de ICU, pois as vertentes de maior influência na temperatura de superfície em Ilha Solteira, representaram 76,48% da área total da ilha de calor.

Figura 73 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 1, na imagem de 14/10/2015



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 123 - Uso e ocupação do solo na Área 1, identificada na imagem de 14/10/2015

33 - 34°C	Uso e Ocupação do Solo (1)			TOTAL
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,123	0,164	0,856	1,143
Área (%)	10,72	14,38	74,90	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

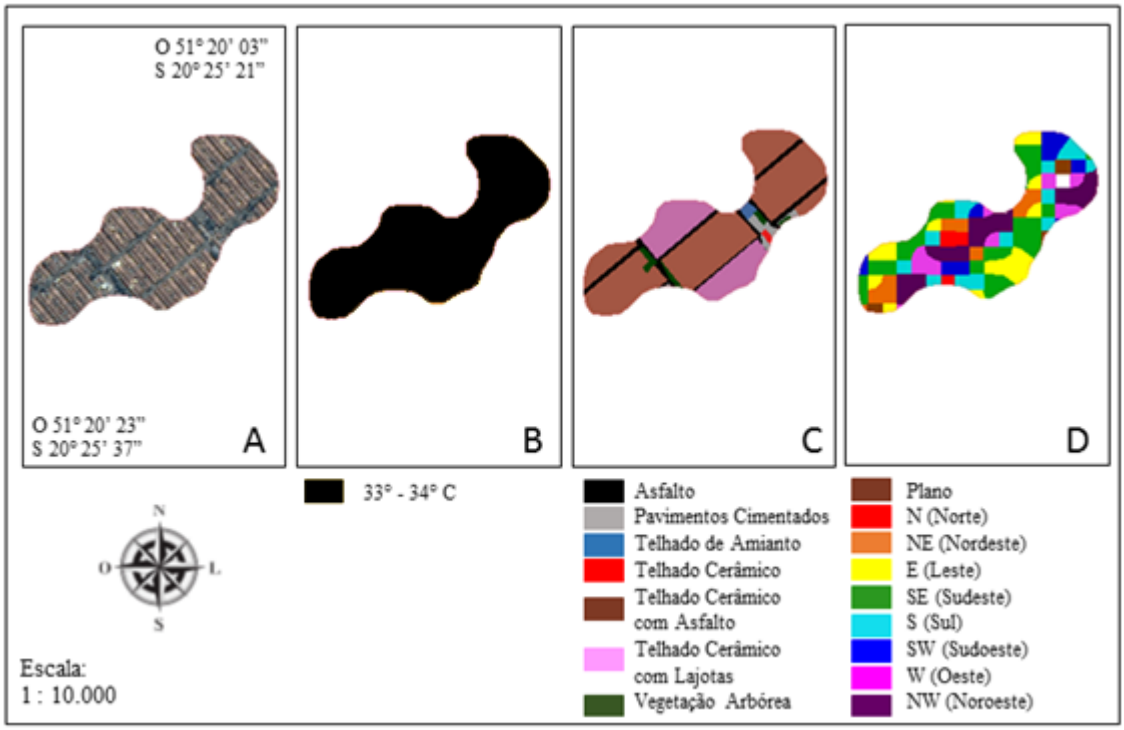
Tabela 124 - Orientação de Vertentes na Área 1, identificada na imagem de 14/10/2015

33 - 34°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Área (ha)	0,073	0,069	0,001	0,008	0,071	0,744	0,130	0,046	1,143
Área (%)	6,39	6,07	0,08	0,73	6,24	65,07	11,41	4,03	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 2 (Figura 74, Tabela 125 e 126) estava localizada no Bairro Zona Norte, abrangendo em sua maior parte área residencial, e em minoria, área comercial. A ICU denominada Área 2, ocupou uma área de 8,371 ha. Foi possível constatar a ocorrência de 07 classes de uso do solo. As classes destinadas a área residencial, TCA e TCL, ocuparam um espaço de 7,016 ha, equivalente a 83,81% da área total da ICU.

Figura 74 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 2, na imagem de 14/10/2015



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 125 - Uso e ocupação do solo na Área 2, identificada na imagem de 14/10/2015

33 - 34°C	Uso e Ocupação do Solo (1)						TOTAL
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	TC	
Área (ha)	1,087	5,285	1,731	0,171	0,069	0,029	8,371
Área (%)	12,99	63,13	20,67	2,04	0,82	0,35	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; PC. Pavimentos cimentados; TA, Telhado amianto; TC, Telhado cerâmico; TM, Telhado de metal.

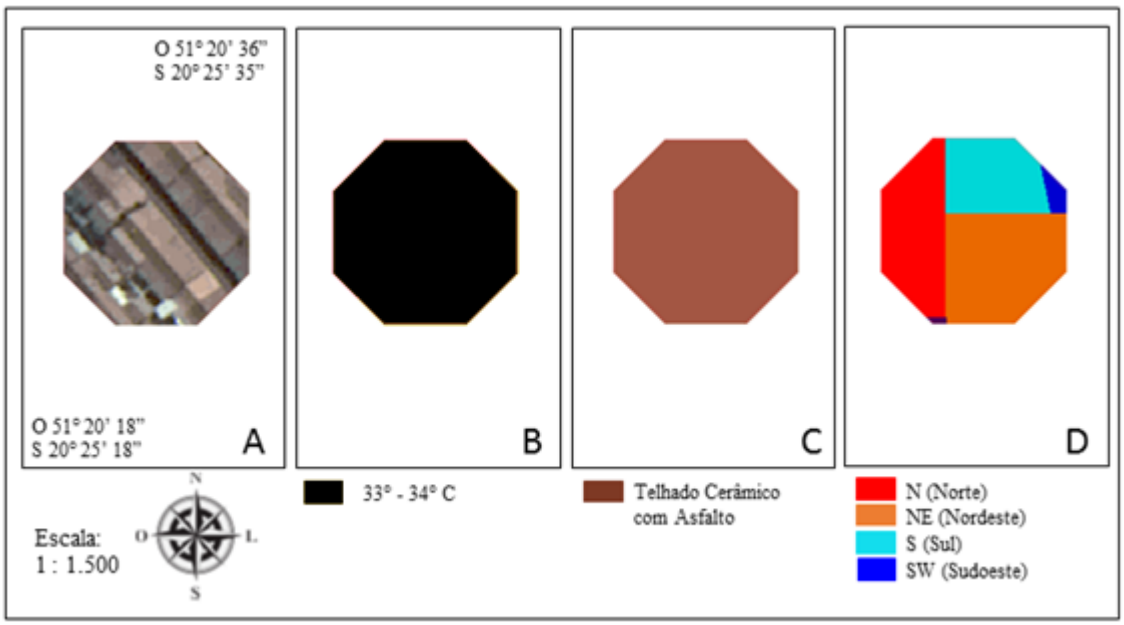
Tabela 126 - Orientação de Vertentes na Área 2, identificada na imagem de 14/10/2015

33 - 34°C	Orientação de Vertentes (1)									TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,261	0,829	1,169	2,012	1,169	0,675	0,697	1,396	0,164	8,371
Área (%)	3,12	9,90	13,96	24,04	13,96	8,06	8,32	16,68	1,95	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A Área 3 (Figura 75, Tabela 127 e 128), localizada no bairro Zona Norte, ocupou um espaço de 0,247 ha em área residencial. A classe de uso do solo encontrada nesta ICU foi apenas a TCA, ocupando toda a área da ilha de calor. A vertente sudoeste (W) ocupou apenas 1,87% da área total, desta forma, não havendo muita incidência solar direta nesta área, atribuindo a classe de uso do solo, o motivo da alta temperatura local.

Figura 75 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 3, na imagem de 14/10/2015



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 127 - Uso e ocupação do solo na Área 3, identificada na imagem de 14/10/2015

33 - 34°C	Uso e Ocupação do Solo (1) TCA	TOTAL
Área (ha)	0,247	0,247
Área (%)	100,00	100,00

(1)TCA, Telhado cerâmico e asfalto.

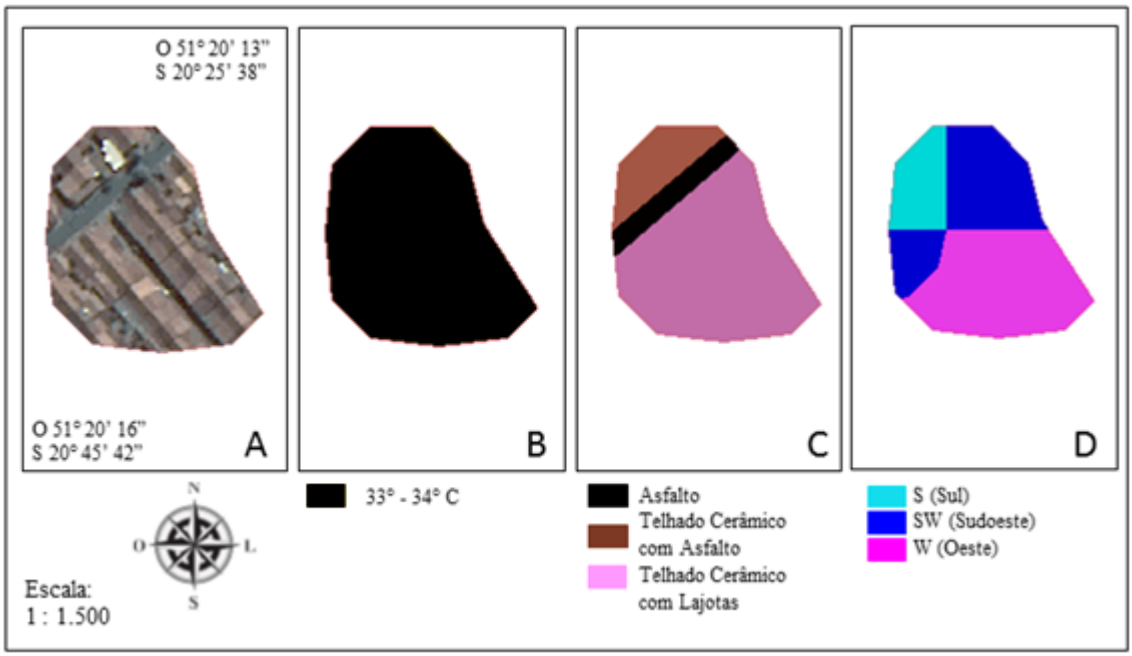
Tabela 128 - Orientação de Vertentes na Área 3, identificada na imagem de 14/10/2015

33 - 34°C	Orientação de Vertentes (1)					TOTAL
	N	NE	S	SW	NW	
Área (ha)	0,078	0,105	0,058	0,005	0,001	0,247
Área (%)	31,51	42,58	23,68	1,87	0,36	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; S, Sul; SW, Sudoeste; NW, Noroeste.

Na imagem de 14/10/2015, a Área 4 (Figura 76, Tabela 129 e 130), localizada no bairro Zona Norte, em área residencial, ocupa uma área de 0,522 ha. Foram identificadas 3 classes de uso do solo TCL (73,23%), TCA (15,20%) e ASF (11,56%). Quanto a orientação de vertentes, a vertente de maior ocorrência foi a W, ocupando uma ´área de 48,25% da área total.

Figura 76 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 4, na imagem de 14/10/2015



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 129 - Uso e ocupação do solo na Área 4, identificada na imagem de 14/10/2015

	Uso e Ocupação do Solo (1)			
33 - 34°C	ASF	TCA	TCL	TOTAL
Área (ha)	0,060	0,079	0,383	0,522
Área (%)	11,56	15,20	73,23	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

Tabela 130 - Orientação de Vertentes na Área 4, identificada na imagem de 14/10/2015

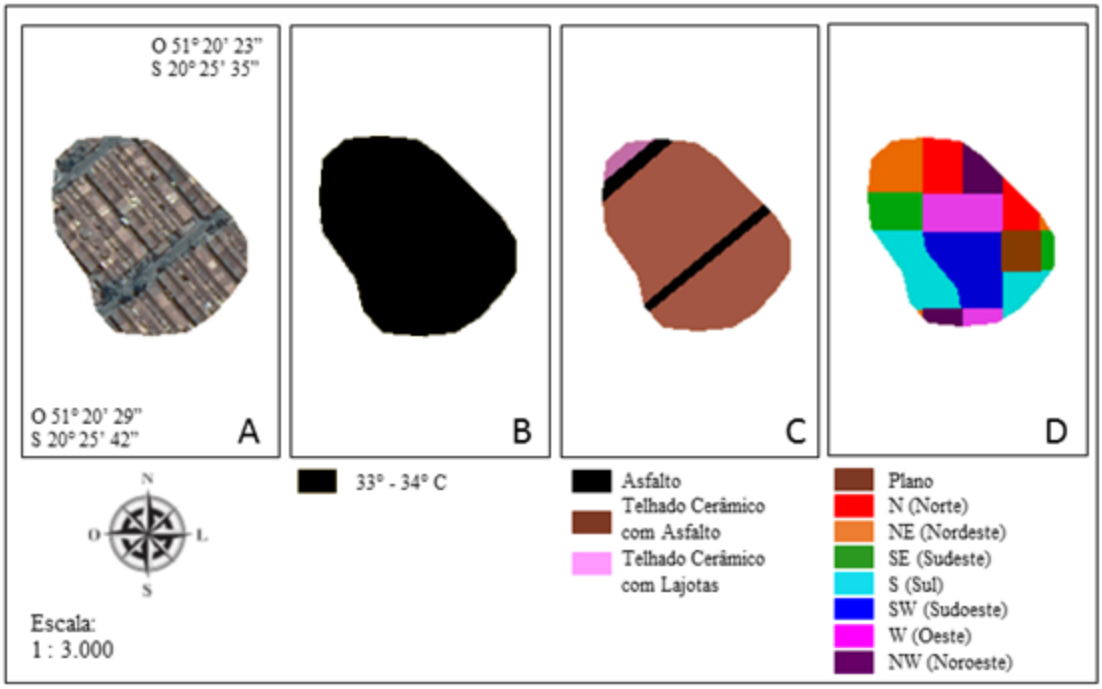
33 - 34°C	Orientação de Vertentes (1)			TOTAL
	S	SW	W	
Área (ha)	0,082	0,189	0,252	0,522
Área (%)	15,62	36,13	48,25	100,00

(1)S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste.

A Área 5 (Figura 77, Tabela 131 e 132), foi identificada no bairro Zona Norte de Ilha Solteira, ocupando uma área total de 1,592 ha. Sua ocorrência foi em área residencial, onde identificou-se as classes TCA (86,35%), ASF (11,19%) e TCL (2,46%).

As vertentes W e SW, ocuparam uma área de 0,514 ha, equivalente a 32,28% da área total desta ICU.

Figura 77 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 5, na imagem de 14/10/2015



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 131 - Uso e ocupação do solo na Área 5, identificada na imagem de 14/10/2015

	Uso e Ocupação do Solo (1)			
33 - 34°C	ASF	TCA	TCL	TOTAL
Área (ha)	0,178	1,375	0,039	1,592
Área (%)	11,19	86,35	2,46	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

Tabela 132 - Orientação de Vertentes na Área 5, identificada na imagem de 14/10/2015

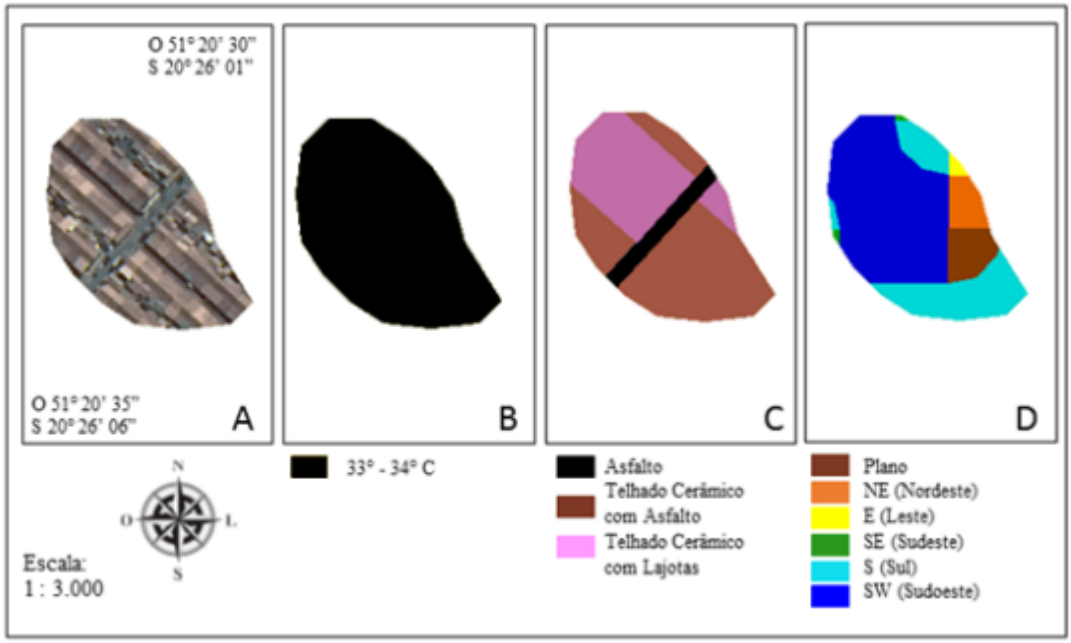
33 - 34°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	SE	S	SW	W	NW	PLANO	
Área (ha)	0,222	0,171	0,160	0,307	0,285	0,229	0,122	0,096	1,592
Área (%)	13,94	10,72	10,07	19,26	17,87	14,41	7,68	6,04	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A ICU denominada Área 6 (Figura 78, Tabela 133 e 134), estava localizada no bairro Zona Sul, ocupada por área residencial.

A área total desta ICU foi de 0,882 ha, onde foram identificadas as seguintes classes: TCA (54,99%), TCL (36,04%) e ASF (8,97%). A vertente NW apresentou uma área referente a 57.73% da área total da ICU.

Figura 78 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 6, na imagem de 14/10/2015



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 133 - Uso e ocupação do solo na Área 6, identificada na imagem de 14/10/2015

	Uso e Ocupação do Solo (1)			
33 - 34°C	ASF	TCA	TCL	TOTAL
Área (ha)	0,079	0,485	0,318	0,882
Área (%)	8,97	54,99	36,04	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

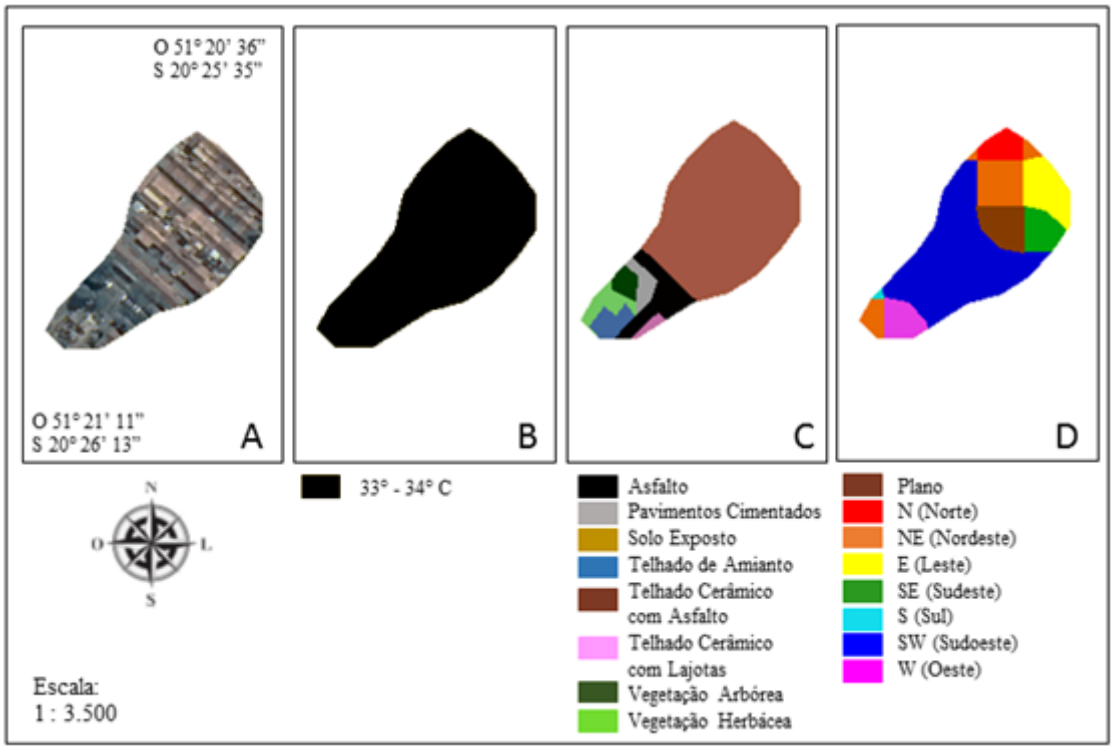
Tabela 134 - Orientação de Vertentes na Área 6, identificada na imagem de 14/10/2015

33 - 34°C	Orientação de Vertentes (1)						TOTAL
	NE	E	SE	S	SW	PLANO	
Área (ha)	0,059	0,008	0,004	0,232	0,509	0,070	0,882
Área (%)	6,63	0,95	0,50	26,25	57,72	7,95	100,00

(1) N, Norte; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste.

A área 7 (figura 79, Tabela 135 e 136) localizada no bairro Zona Sul, abrangendo áreas residenciais em sua maioria, e comerciais. A área total desta ICU foi de 0,982 ha. Foi possível constatar a ocorrência das seguintes classes: TCA (75,97%), ASF (9,75%), TA (4,05%), VH (3,59%), PC (3,28%), VA (2,54%) e TCL (0,81%).

Figura 79 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 7, na imagem de 14/10/2015



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 135 - Uso e ocupação do solo na Área 7, identificada na imagem de 14/10/2015

33 - 34°C	Uso e Ocupação do Solo (1)							TOTAL
	ASF	TCA	TCL	PC	TA	VA	VH	
Área (ha)	0,096	0,746	0,008	0,032	0,040	0,025	0,035	0,982
Área (%)	9,75	75,97	0,81	3,28	4,05	2,54	3,59	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; TA, Telhado amianto; VA, Vegetação arbórea; VH, Vegetação herbácea.

Tabela 136 - Orientação de Vertentes o na Área 7, identificada na imagem de 14/10/2015

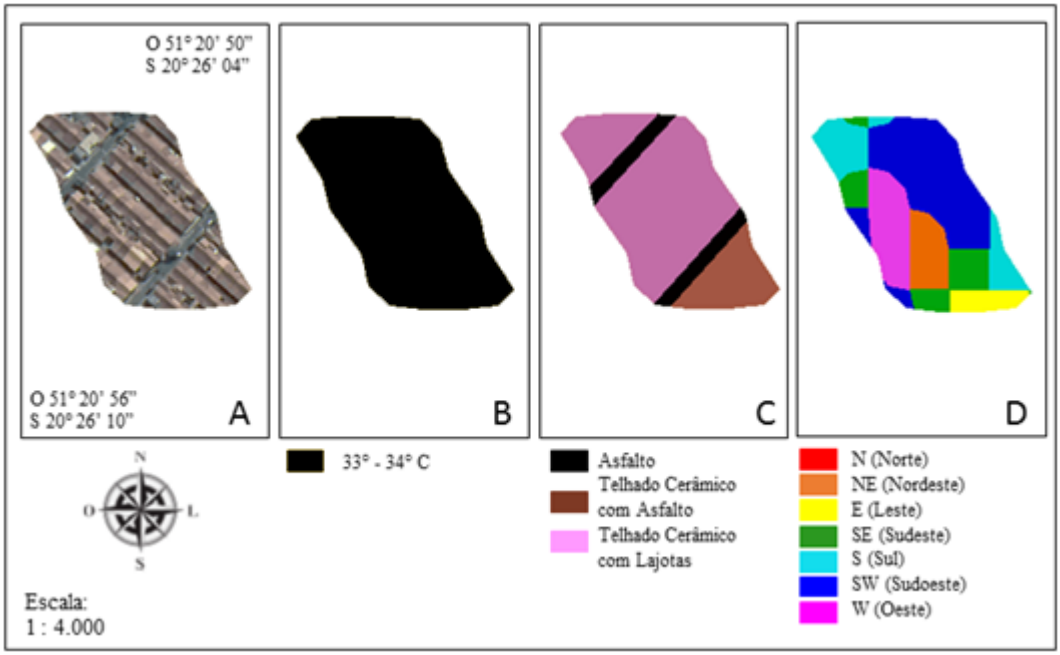
33 - 34°C	Orientação de Vertentes (1)								TOTAL
	N	NE	E	SE	S	SW	W	PLANO	
Área (ha)	0,053	0,141	0,104	0,068	0,003	0,483	0,057	0,075	0,982
Área (%)	5,35	14,37	10,54	6,89	0,26	49,19	5,76	7,65	100,00

(1) N, Norte; NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste; NW, Noroeste.

A ICU denominada Área 8 (Figura 80, Tabela 137 e 138), estava localizada no bairro Zona Sul, em área residencial. A área total desta ICU foi de 1,521 ha, onde pode ser constatado a presença de 3 classes de uso do solo, TCL (68,30%), TCA (17,62%) e ASF (14,08%). Esta ilha foi localizada em área residencial.

A vertente de maior ocorrência na área foi SE, com 38,45% da área total, seguida por W, com 15,08%, salientando que estas são as vertentes que mais influenciam na formação de ilhas de calor, pois tem maior exposição à radiação solar.

Figura 80 - Uso e Ocupação do solo e Orientação de Vertentes na Área 8, na imagem de 14/10/2015



A – Imagem de satélite Pleiades; B – Temperatura de superfície da ICU; C – Classes de uso e ocupação do solo; D – Orientação de vertentes dentro da ICU

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 137 - Uso e ocupação do solo na Área 8, identificada na imagem de 14/10/2015

33 - 34°C	Uso e Ocupação do Solo (1)			TOTAL
	ASF	TCA	TCL	
Área (ha)	0,214	0,268	1,039	1,521
Área (%)	14,08	17,62	68,30	100,00

(1) ASF, Asfalto; TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas.

Tabela 138 - Orientação de Vertentes na Área 8, identificada na imagem de 14/10/2015

33 - 34°C	Orientação de Vertentes (1)						TOTAL
	NE	E	SE	S	SW	W	
Área (ha)	0,169	0,097	0,213	0,228	0,585	0,229	1,521
Área (%)	11,09	6,36	14,00	15,00	38,45	15,08	100,00

(1)NE, Nordeste; E, Leste; SE, Sudeste; S, Sul; SW, Sudoeste; W, Oeste.

De acordo com as 8 datas analisadas, pode-se constatar que as amplitudes térmicas das ilhas de calor, em sua maioria foram de 1°C, exceto em 02/04/2014, onde a amplitude térmica foi de 2°C e 17/03/2014, amplitude térmica de 3°C.

As classes de maior ocorrência em ICU encontradas foram: TCA, Telhado cerâmico e asfalto; TCL, Telhado cerâmico e lajotas; ASF, asfalto, e as menores são as classes de vegetação. Estes dados estão de acordo com COLTRI et al. (2007), onde afirma que a morfologia das ilhas de calor é, em sua maioria, sempre a mesma: cimento, telhas de cimento e amianto, asfalto. A intensidade das ilhas de calor está intimamente relacionada com a quantidade de área verde, sendo assim, todas as ICU são caracterizadas pelo excesso de material de construção civil e pouca ou nenhuma área verde.

As ilhas de calor se repetem em várias datas analisadas, principalmente no bairro Zona Norte. As áreas de repetição estão sempre associadas ao telhado cerâmico, pavimento asfáltico e pavimentos de concreto. Alguns núcleos se repetem no bairro Zona Sul, a ocorrência está associada à disposição adensadas de casas, impedindo a circulação do vento, e ao pavimento empregado nas vielas.

Em áreas comerciais a temperatura de superfície é mais alta onde há pavimentação asfáltica (bolsões de estacionamento), telhado de amianto e telhado de metal.

O material de pavimentação de maior ocorrência em todas as ilhas de calor constatadas, foi o pavimento asfáltico, em seguida, lajotas de concreto. Tal afirmação corrobora com SAYDELLES (2005), onde afirma a formação do fenômeno das ilhas de calor urbana está relacionada com as atividades desempenhadas pelos seres humanos e com a intensidade dos

materiais empregados na expansão das malhas urbanas, (concreto, asfalto, telhados) os quais absorvem e conservam o calor proveniente da radiação solar, sendo assim, alimentando positivamente o aumento da temperatura local.

Em algumas ilhas de calor foi observado a presença da classe VA (vegetação arbórea) e VH (vegetação herbácea). As espécies arbóreas que ocorre nas áreas residenciais, com o intuito paisagístico e arrefecimento da temperatura ambiente, não foram suficientes para mitigar o efeito calorífico, devido a descontinuidade no número de indivíduos. Situação diferente foi observada nas áreas com vegetação arbórea, em maior quantidade, como o Parque da Mantiqueira e o Zoológico, onde apresentaram as temperaturas mais amenas em todas as datas, concordando com FERREIRA et al. (2015), onde áreas verdes promovem ilhas de frescor, e minimizam os efeitos extremos da radiação solar.

As vegetações herbáceas encontradas nas ilhas de calor, ao longo da cidade, estão em estágio de degradação, dessa forma, a vegetação apresenta características de emissividade semelhantes a solo exposto, possuindo alta amplitude térmica, e aquece rapidamente durante o período de exposição solar, conforme afirma GARTLAND (2010).

Outros fatores interferem na ocorrência de ICU, como fatores climatológicos, (velocidade do vento, temperatura do ar e precipitação) e também a orientação das vertentes.

A vertente exposta diretamente a incidência solar, associada ao material empregado na área, pode aumentar o armazenamento de calor em seu volume, havendo o acumulo de energia, promovendo a radiação de ondas longas, aumentando a temperatura de superfície. Em áreas com maior exposição à radiação solar o ideal é aplicação de projetos paisagísticos, procurando promover sombras nestes locais, concordando com FIALHO (2012), onde vertentes mais sombreadas durante o dia se esfriam rapidamente em relação aquelas que receberam maior quantidade de luz solar.

5. CONCLUSÃO

Em todas as datas analisadas, as classes de uso do solo que mais contribuíram para a formação das ICU, foram TCA (telhado cerâmico e asfalto), TCL (telhado cerâmico e lajotas) e ASF (asfalto).

Na cidade de Ilha Solteira, várias ilhas de calor se repetiram em diferentes datas analisadas, na maioria das vezes havendo mudanças em relação a sua extensão.

As áreas de maior ocorrência de ICU estão instaladas construções residenciais, com cobertura de telhado cerâmico, este efeito ocorre devido o padrão arquitetônico compacto entre as residências, dificultando a circulação do ar, principalmente no bairro Zona Norte, pois, em todas as datas analisadas foram encontradas ICU.

Os resultados mostraram que o aumento da temperatura de superfície está relacionado ao uso e ocupação do solo, associados a fatores climatológicos e a orientação de vertentes.

Áreas com pouca vegetação arbórea influenciam diretamente no aumento da temperatura de superfície local, tal fato é de grande interesse a recomposição paisagística de determinadas áreas, aumentando a vegetação, pois atuam diretamente na redução das temperaturas, pela evapotranspiração e o sombreamento das áreas.

A imagem do infravermelho termal do sensor TIRS/ Landsat-8, contribuíram na identificação, espacialização e compreensão das ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira.

A utilização da imagem de satélite Pleiades, com alta resolução espacial, foi fundamental na compreensão das classes de uso e ocupação do solo na formação das ilhas de calor.

Sugere-se aprofundar o estudo sobre a ocorrência de ilhas de calor urbana em cidades de pequeno porte. O melhor conhecimento desta fenomenologia poderá contribuir para o planejamento urbano, como projetos urbanísticos, que, com manipulação da paisagem urbana, este efeito pode ser amenizado, diminuindo o desconforto térmico, e pequenas diferenças de temperatura podem fazer a diferença para a saúde da população.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. V. **Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas**. 2008. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Arquitetura e Construção) - Universidade Estadual de Campinas, 2008.

ALCOFORADO, M. J; LOPES, A. L.; ANDRADE, H.; VASCONCELOS, J. **Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa. 2005. (Relatório, 4).

ALMUTAIRI, M. K. Derivation of urban heat Island for Landsat-8 TIRS Riyadh City (KSA). **Journal of Geoscience and Environment Protection**, v. 3, n. 9, p. 18, 2015.

ALVES, E. D. L. A.; VECCHIA, F. A. S. Influência de diferentes superfícies na temperatura e no fluxo de energia: um ensaio experimental. **Ambiência**, Guarapuava, v. 8, n. 1, p. 101-111, 2012.

AMORIM, M. C. C. T. O **Clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 322 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL V.; QUENOL, H.; SANT'ANNA J. L. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Confins**, Marseille, v. 7, n. 7, 16 p. 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/cce/geo/didatico/omar/modulo_b/a6.pdf>. Acesso em: 13 ou. 2016.

ASEADA, T. V. T. CA, V. T.; WAKE, A. Heat storage of pavement and its effect on the lowe atmosphere. **Atmospheric Environment**. v. 30, n. 3, p. 413-427, 1996.
BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L.; TORRES, S.C. **Clima e cidade**: uma abordagem climática como subsídio para estudos urbanos. Maceió: Ed. da UFAL, 2007. 164 p.

BARBOSA, R. V. R.; VECCHIA, F. A. S. Estudos de ilha de calor urbana por meio de imagens do Landsat 7 ETM+: Estudo de caso em São Carlos (SP). **Revista Minerva**, São Carlos, v. 6, n. 3, p. 273-278, 2009.

BARROS, M. P. **Dimensão fractal e ilhas de calor urbanas: uma abordagem sistêmica sobre as implicações entre a fragmentação das áreas verdes e o ambiente térmico do espaço urbano**. 2012. 210 f. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. **Geousp – Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 160-177, 2016.

BORGES, G. M.; PENHA PACHÊCO, A; SANTOS, F. K. S. Sensoriamento remoto: avanços e perspectivas. **Revista de Geografia**, Recife, v. 32, n. 2, p. 267-292, 2015. Dispoível em: < http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/view/857/659>. Acesso em: 13 out. 2016.

BOUKHABLA, M.; ALKAMA, D.; BOUCHAIR, A. The effect of urban morphology on urban heat island. In the city of Biskra in Algeria. **International Journal of Ambient Engergy**, Abingdon, v. 34, n. 2, p. 100-110, 2013.

CARNIELO, E.; ZINZI, M. Optical and thermal characterisation of cool asphalts to mitigate urban temperatures and building cooling demand. **Building and Environment**, Kidlington, v. 60, p. 56-65, 2013.

CATELANI, C. S.; BATISTA, G. T.; PEREIRA, W. F. Adequação do uso da terra em função da legislação ambiental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11, 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: INPE, 2003. p. 559-566. Disponível em: < http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.14.16.30.38/doc/05_200.pdf>. Acesso em: 13 out. 2016.

COELHO, A. L. N.; CORREA, W. S. C. Temperatura de Superfície Celsius do Sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v. 7, n. 1, p. 31-45, 2013.

COELHO, A. L. N.; RAMOS, A. L. D.; BERGAMASCHI, R. B. Aplicação dos produtos Landsat 8/TIRS/OLI e Aster/GDEM na avaliação do comportamento termal de superfície, usos e topografia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Ed da UFP, 2015. p. 1323-1330.

COLTRI, P. P. **Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo**: análise de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto. Piracicaba. 2006. 166 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Fitotecnia) - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2006.

COLTRI, P. P.; VELASCO, G. D. N.; POLIZEL, J. L.; DEMETRIO, V. A.; FERREIRA, N. J. Ilhas de Calor da estação de inverno da área urbana do município de Piracicaba, SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 5151-5157.

CORRÊA, P. B.; CORRÊA, J. A. J. Análise da temperatura de superfície da área urbana de Santarém através de imagens termais do Landsat 5. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 5, p. 714-722, 2012.

CORRÊA, P.B.et al. Heat Island in Manaus city: study with remote sensing Data, Modeling and Meteoroligical Data. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 31, n. 2, p. 167-176, 2016.

COSTA, D. F.; SILVA, H. R.; PERES, L. F. Identificação de ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira-SP através da utilização de geotecnologias. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 974-985, 2010.

EL-MAGD, I. A.; ISMAIL, A.; ZANATY, N. Spatial variability of urban Heat Islands in Cairo City, Egypt using time series of landsat satellite images. **International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS**, Zirakipur, v. 5, n. 3, p. 1618-1638, 2016.

EPA. Reducing **Urban Heat Islands**: Compendium of strategies. Urban Heat Island Basics. 2011. p. 1-22. Disponível em: <http://www.epa.gov/heatisld/resources/compendium.htm>. Acesso em: 21 maio 2016.

EUGENIO, F. G.; SANTOS, A. R.;LOUZADA, F. L. R. O.;PIMENTEL, L.B.; MOULIN, J.V. Identificação das áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 563-571, 2011.

FERREIRA, A. G. Fundamentos de sensoriamento remoto. **Meteorologia prática**. São Paulo: Oficina de Texto, 2006. p. 15-32.

FERREIRA, L. F.; CARRILHO, S. T.; MENDES, P. C. Áreas verdes urbanas: uma contribuição aos estudos das ilhas de frescor. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium**, Ituiutaba, v. 6, n. 2, p. 101-120, 2015.

FERREIRA, M. J. et al. Evolução diurna do balanço de radiação na superfície da cidade de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 8, 2007, Cuzco. **Anais...** Cuzco: [S.n.], 2007. p. 1-9.

FIALHO, E. S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte**: caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira. 2009. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

GAMARRA, N. L. R.; CORRÊA, M. P.; TARGINO, A. C. L. Utilização de sensoriamento remoto em análises de albedo e temperatura de superfície em Londrina–PR: contribuições para estudos de ilha de calor urbano. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 29, n. 4, p. 537-550, 2014. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v29n4/07.pdf>. Acesso em: 13 out. 2016.

GARCIA, G. J. **Sensoriamento remoto**: princípios e interpretação de imagens**.** São Paulo: Nobel, 1982. 357 p.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatología aplica**: clima, medio ambiente y planificación. Madrid: Editorial Síntesis, 1996. 285 p.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GIORDANO, D. E.; KRÜGER, E. L. Potencial de redução da temperatura de superfície pelo aumento do albedo nas diversas regiões brasileiras. **Paranoá**: cadernos de arquitetura e urbanismo, Brasília, DF, n. 11, p. 13-22, 2014. Disponível em:< http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/12080/8465>. Acesso em: 18 out. 2016.

GOUVÊA, M. L. **Cenários de impacto das propriedades da superfície sobre o conforto térmico humano na cidade de São Paulo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Atmosféricas) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GONÇALVES, N. M. S. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MENDONÇA, F de A.; MONTEIRO, C. A. F. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 69- 91.

HONORATO, A. F.; ANDRADE, V. S. A. Ilhas de calor e frescor na área urbana da cidade de Aquidauana-MS. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 5, p. 878–886, 2012.

HU, Y.; JIA, G. Influence of land use change on urban heat island derived from multi-sensor data. **International Journal of Climatology**, Chichester, v. 30, n. 9, p. 1382 - 1395, 2010.

JACOBSON, M. Z.; TEN HOEVE, J. E. Effects of urban surfaces and white roofs on global and regional climate. **Journal of Climate**, Boston, v. 25, n. 3, p. 1028-1044, 2012.

JESUS, B. L. P.; LOMBARDO, M. A. Considerações sobre a percepção da ilha de calor na cidade de São Paulo-SP o exemplo da subprefeitura da SÉ. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 9, p. 295-307, 2012.

KRÜGER, E. L.; MINELLA, F. O.; RASIA, F. Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil. **Building and Environment**, Kidlington, v. 46, n. 3, p. 621-634, 2011.

KRÜGER, E. L.; GONZALEZ, D. E. G. Impactos da alteração no albedo das superfícies no microclima e nos níveis de conforto térmico de pedestres em cânions urbanos. **Ambiente Construído**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 89-106, 2016.

LIMA, N. R.; PINHEIRO, G. M.; MENDONÇA, F. Clima urbano no Brasil: análise e contribuição da metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 9, p. 626-638, 2016.

LIU, L.; ZHANG, Y. Urban heat island analysis using the Landsat TM data and ASTER data: case study in Hong Kong. **Remote Sensing**, Basel, v. 3, n. 7, p. 1535-1552, 2011.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrópoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985. 244 p.

MARALET, E.; BARTOLUCCI, L. A., LOZANO, D. F.; ANUTA, P. E. ; McGILLEN, C. D. LANDSAT 4 and LANDSAT 5 thematic mapper data quality analysisn **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Bethesda, v. 51, n. 9:, p. 1407-1416. 1985.

MASHIKI, M. Y. **Geoprocessamento na identificação de ilhas de calor e influência do uso e ocupação do solo na temperatura aparente da superfície no município de Botucatu/SP**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MASHIKI, M. Y.; CAMPOS, S. Geoprocessamento aplicado na influência do uso e ocupação do solo na temperatura aparente da superfície no município de Botucatu/SP. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 28, n. 3, p. 143-149, 2013.

MENDONÇA, F. de A. **O clima e o planejamento urbano das cidades de porte médio e pequeno:** proposições metodológicas para o estudo e aplicação à cidade de Londrina/PR. 1994. 322 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MENDONCA, F. de A. Clima e planejamento urbano em Londrina: proposicao metodologica e de intervencao urbana a partir do estudo do campo termo-higrometrico. In: MONTEIRO, C. A. F. ; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 93-120.

MENEZES, W. A.; MENDES, L. D. A heterogeneidade e as mudanças na cobertura e uso da terra no município de Nova Iguaçu (RJ) e seus efeitos na temperatura da superfície terrestre. **Anais da RAIC**, v. 1, n. 1, 2015. Disponível em: < http://www.ufrrj.br/SEER/index.php?journal=ARAIC&page=article&op=view&path%5B%5D=2229&path%5B%5D=1673>. Acesso em: 14 out. 2016.

MINAKI, C.; AMORIM, M. C. C. T. Características das ilhas de calor em Araçatuba - SP: análise de episódios. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 9, p. 279-294, 2016.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicações**. 3. ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2005. 320 p.

NAKATA-OSAKI, C. M.; SOUZA, L. C. L. de; RODRIGUES, D. S. Impacto da geometria do cânion urbano na intensidade de ilha de calor noturna: análise através de um modelo simplificado adaptado a um SIG. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 73-87, 2016.

NINCE, P. C. do C.; SANTOS, F. M. de M.; NOGUEIRA, J. de S.; NOGUEIRA, M. C. D. J. A. Conforto térmico dos usuários em vegetação e revestimentos urbanos no *campus* da UFMT em Cuiabá-MT. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 13, n. 4, p.3299 – 3305, 2014.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban Heat Island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, Chichester, v. 108, n. 455, p. 1-24, 1982.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2. ed. New York : Routledge , 1987. 435 p.
OLIVEIRA, T. H. **Mudança espaço temporal do uso e cobertura do solo e estimativa do balanço de energia e evapotranspiração diária no município do Recife-PE**. 2012. 155 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Pernambuco, Recife, 2012.

ORTIZ, G. F.; AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor em Cândido Mota/SP: algumas considerações. **Revista Formação**, Presidente Prudente, v. 1, n. 18, p. 238-257, 2012.

ORTIZ, G. F. **O clima urbano de Cândido Mota:** análise do perfil térmico e higrométrico em episódios de verão. 2012. 163 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

PAIVA, C.M. **Estimativa do balanço da energia e da temperatura da superfície via satélite NOAA-AVHRR**. 2005. 218 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Civil) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

PENG, S. et al. Surface urban heat island across 419 global big cities. **Environmental Science & Technology**, Dordrecht, v. 46, p. 696 – 703, 2012.

PEREIRA, C. C et al. Análise da temperatura de superfície e do uso da terra e cobertura vegetal na bacia barra dos Coqueiros (Goiás).**Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 9, p. 1243-1255, 2016.

PEREIRA, C. C.; FÁTIMA MARIANO, Z.; WACHHOLZ, F.; CABRAL, J. B. P. Análise da temperatura de superfície e do uso da terra e cobertura vegetal na bacia barra dos Coqueiros (Goiás). **Revista Geonorte**, Manaus, v. 3, n. 9, p. 1243-1255, 2016.

PRIMAVESI, O.; ARZABE, C.; PEDREIRA, M. S. **Mudanças climáticas**: visão tropical integrada das causas, dos impactos e de possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos.

São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. (Documentos, 70). Disponível em: < http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicacao/Documentos70.pdf>. Acesso em: 13 out. 2016.

RAMPAZZO, C. R. **O clima urbano em Alfredo Marcondes/SP**: uma análise dos indicadores geoambientais. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

RIBEIRO, K. F. A. et al. Análise da temperatura interna e superficial em diferentes sombreamentos arbóreos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 40-60, 2015.

ROCHA, R. C. C.; CORDEIRO, A. M. R.; GONÇALVES, G. R. **Uso dos sensores remotos do satélite Landsat 8 para identificação de "ilhas de calor" e "lago de ar frio" no município de Oliveira do Hospital para o ano de 2013**. Disponível em: < http://www.academia.edu/8329390/Uso_dos_sensores_remotos_do_sat%C3%A9lite_Landsat_8_para_identifica%C3%A7%C3%A3o_de_Ilhas_de_Calor_e_Lago_de_Ar_Frio_no_munic%C3%ADpio_de_Oliveira_do_Hospital_para_o_ano_de_2013>. Acesso em: 13 out. 2016.
ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L.; CASTILHO, F. J. V. Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 3. p. 161-175, 2011.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 5. ed. Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 2003.

ROVANI, F. F. M. et al. Ilhas de calor e frescor urbanas no bairro Camobi, Santa Maria/RS, em situção atmosférica de domínio da massa polar atlântica no inverno. **Revista Brasileira de Climatologia**, Presidente Prudente, v. 6, n. 6, p. 23-36, 2010. Disponível em: < http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25582/17154 >. Acesso em: 13 out. 2016.

SANTANA, E. F. et al. Multispectral image unsupervised segmentation using watershed transformation and cross-entropy minimization in different land use. **GIScience and Remote Sensing**, Abingdon, v. 51, n. 7, p. 613-629, 2014.

SANTOS, G. R. **Identificação de ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira - SP, através de dados orbitais do satélite LANDSAT 5 – TM**. 2005. 112 f. Trabalho de Graduação em Agronomia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

SANTOS, T. V. **Fluxos de calor na superfície e evapotranspiração diária em áreas agrícolas e de vegetação nativa na bacia do Jacuí por meio de imagens orbitais**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SAYDELLES, A. P. **Estudo do campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria – RS**. 2005. 237 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

SERRATO, F. B.; CASTILLO, F. J. G.; GARCIA, R. G.; VALCARCEL, E. C. Radiación y temperatura em elperíodo 1990-1999 en el campo experimental de “Elardal” Murcia: studio preliminar. **Papeles de Geografia**, Muircia, v. 35, p. 17-25, 2002.

SOUZA, J. F. D. **Análise das mudanças do uso e ocupação do solo, variabilidade da temperatura e do saldo de radiação em João Pessoa-PB**. 2014. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SOUZA, J. F.; SILVA, R M.; SILVA, A. M. Influence of land use on surface temperature: a case study in João Pessoa-PB. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 21-37, 2016.

STEINKE, V. A.; STEINKE, E. T.; SAITO, C. H. Estimativa da temperatura de superfície em áreas urbanas em processo de consolidação: reflexões e experimento em Planaltina-DF. **Revista Brasileira de Climatologia**, Presidente Prudente, v. 6, p. 37-56, 2010.
TEZA, C. T. V.; Baptista, G. M. M. Identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER *on demand 08-Kinetic Temperature* (III): metrópoles brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 3911-3918.

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Acesso à base diária: Canal CLIMA**. Ilha Solteira: UNESP - Faculdade de Engenharia - Departamento de Fitossanidade e Engenharia Rural e Solos - Área de Hidráulica e Irrigação, 2016. Disponível em: <http://clima.feis.unesp.br>. Acesso em: 02 maio 2016.

USGS - Geological Survey / Servico de levantamento geologico americano. **Aquisicao de imagens orbitais digitaisgratuitas do satelite Landsat-8 EUA**. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov>. Acesso em: 08 ago. 2014.

VASCONCELOS, C. H.; NOVO, E. M. L. M.; DONALISIO, M. R. Uso do sensoriamento remoto para estudar a influência de alterações ambientais na distribuição da malária na Amazônia brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 517-526, 2006.

VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Thermal remote sensing of urban climates. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 86, p. 370-384, 2003.

WENG, Q.; YANG, S. Managing the advers thermal effects of urban development in a densely populated Chinese city. **Journal of Environmental Management**, London, v. 70, n. 2, p.145-156, 2004.

WENG, Q. Fractal analysis of satellite-detected urban heat island effect. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Bethesda, v. 69, p. 555-566, 2003.