

Fenômenos geofísicos, captados a partir de sensores orbitais: estimativa de temperatura na superfície de Garanhuns-PE

Geophysical phenomena, obtained from orbital sensors: estimation of temperature on the surface in Garanhuns-PE

Felippe Pessoa de Melo

Graduado em Geografia-UPE, Mestre em Geociências e Análise de Bacias Sedimentares-UFS/PGAB, Doutorando em Geografia- UFS/ PP GEO.

felippemelo@hotmail.com

Rosemeri Melo e Souza

Prof^ª. Associada - UFS/NEAM, Graduação em Geografia-UFS, Especialização em Espaço Rural no Mundo Subdesenvolvido-UFS, Mestrado em Geografia-UFS/PPGEO, Dr^a em Desenvolvimento Sustentável-UnB e Pós-Doutorado em Geografia Física-U. QUEENSLAND, Austrália.

rome@ufs.br

Maria Betânia Moreira Amador

Prof^ª. Adjunta - UPE, Graduação em Engenharia Florestal-UFRPE, Mestrado em Geografia-UFPE, Doutorado e Pós-Doutorado em Geografia-UFPE.

betaniaamador@yahoo.com.br

Artigo recebido para revisão em 05/07/2015 e aceito para publicação em 30/08/2015

Resumo

A presente pesquisa teve como finalidade realizar uma análise multitemporal, da termodinâmica da superfície de Garanhuns-PE. Para tanto, utilizou-se as geotecnologias do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Juntamente com as imagens oriundas do satélite Landsat 5, sensor TM, banda 6, referentes aos anos de 1987, 2001 e 2010. Disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A base vetorial, foi disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sendo assim, foi possível confeccionar um banco de dados georreferenciados e geocronológicos, o qual, viabilizou o mapeamento temático. Possibilitando, compreender o comportamento térmico dos alvos no transcorrer do tempo. Dados esses que são de suma importância para traçar medidas de mitigação dos efeitos antropogênicos na paisagem. Logo, ficou evidenciado que a maximização das médias termiais no transcorrer das décadas, foram reciprocas aos processos antropogênicos

Palavras-chave: termodinâmica, geotecnologias, mapeamento temático, mitigação.

Abstract

This research aimed to realize a multi-temporal analysis, the surface of thermodynamics in Garanhuns-PE. For this, it used the geotechnologies of Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS). Along with the images coming from the Landsat 5 satellite, TM sensor, band 6, referring to the years 1987, 2001 and 2010. Disclosed by the National Institute for Space Research (INPE). The vector base, was available by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Thus, it was possible to confection a georeferenced database and geochronological, which, enabled the thematic mapping. Making it possible to understand the thermal behavior of the targets in the course of time. These data are of paramount importance to draw mitigation measures of the anthropogenic effects in the landscape. Soon, it was evident that the maximization of the hot medium in the course of decades, were reciprocal to anthropogenic processes.

Keywords: garbage collectors, recycling, working conditions, Association.

1. INTRODUÇÃO

A paisagem passa por constantes e permanentes processos de transformações, entretanto essas mudanças nem sempre são de fácil percepção. Fato esse que cria a falsa sensação de inércia. De modo que, são necessários eventos físicos extremos, para que a dinâmica entre eles seja evidenciada. Sendo assim, compreender os distintos componentes, suas especificidades e a maneira como se inter-relacionam, é de suma importância para sociedade. Logo, os fenômenos resultantes atuam de forma direta no meio físico e no antropizado. Na geografia não existe um consenso em relação ao conceito de paisagem. A qual é comumente subdividida em natural e cultural, ficando o conceito atrelado ao viés teórico do pesquisador. A primeira, tem como característica o mínimo ou nenhuma interferência humana. Já a segunda, é concebida pela intensa interferência das ações antrópicas, sendo constantemente acompanhada de uma gama de sobrenomes (industrial, econômica, agrícola...).

Para Resende e Souza (2009), as transformações da paisagem natural em cultural, para suprir as necessidades do modelo econômico vigente, tem desencadeado impactos ambientais que carecem de estudos. Dentre eles, a degradação da beleza cênica das paisagens e a redução das áreas verdes.

Conforme Cavalcanti (2014), paisagem natural é aquela que a atividade humana é incipiente ou mesmo inexistente, estando seu funcionamento associado predominantemente ao ritmo natural, ecológico. Já a cultural, é aquela altamente transformada pelo homem, sendo dominante a presença de elementos culturais.

Seguindo as clássicas e contemporâneas concepções teóricas a respeito dessa categoria de análise geográfica, o referido trabalho está encaixado em ambas, logo a pesquisa transcorreu em ambientes antropizados e com baixo grau de interferência. Mas, deve-se salientar que a Geografia é uma ciência humana, ou seja, seu enfoque é o homem. Sendo assim, é impossível tentar compreendê-lo sem entender os demais elementos da paisagem e a maneira como se inter-relacionam, sejam eles culturais ou naturais. As transformações na paisagem (lentas ou fugazes), não são exclusividades das ações antrópicas, para constatação de tal afirmação, basta pensar na relação de afélio e periélio entre a Terra e o Sol. Independente da ausência de ações antropogênicas, esses corpos celestes continuaram com suas órbitas, de forma que o planeta em que vivemos, em certos intervalos temporais estará mais próximo do Sol (aquecendo) ou mais afastado (resfriando).

É um grande problema teórico metodológico tentar explicar a dinâmica da natureza em seu todo. Pois, o homem é incapaz de compreendê-la, devido à complexidade dos inúmeros componentes, formas e a maneira como se interpolam. De forma que as pesquisas que tem como foco os fenômenos geofísicos, apenas podem modelar um possível cenário, baseada em parâmetros, os quais não dão conta da realidade, mas servem de indicativos/subsídios, para estimar possíveis realidades, caso os indicadores/variáveis continuem com a mesma constante.

A modelagem constitui um procedimento teórico envolvendo um conjunto de técnicas com a finalidade de compor um quadro simplificado e inteligível de um determinado ambiente ou fenômeno, como atividade de reação do homem perante a complexidade aparente que o envolve. É um procedimento teórico pois consiste em compor uma abstração da realidade, em função das concepções de mundo, trabalhando no campo da abordagem teórica e ajustando-se e/ou orientando as experiências empíricas. A componente técnica reveste-se da formalização perante os objetivos especificados, conforme as regras aplicadas em sua estruturação e absorvendo as categorias de informações disponíveis. Nessa abrangência, a modelagem ambiental possuía a função de representar os fenômenos da natureza e de estabelecer delineamentos para a elaboração de novas hipóteses no contexto das teorias ou leis. Fazendo com que os enunciados sejam estruturados de forma adequada para testes, objetivando a ratificação ou refutação. (CHRISTOFOLETTI, 1999).

As tecnologias do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), possibilitam inúmeras análises de fenômenos geofísicos. O primeiro, fornecendo produtos oriundos de sensores orbitais (imagens via satélite). O segundo possibilitando a confecção de bancos de dados em camadas específicas, que podem ser: interpoladas, editadas e suprimidas (na íntegra ou de forma específica). Para posterior confecção de produtos cartográficos em 3D ou 2D.

Tomando como subsídio essas geotecnologias, a presente pesquisa teve como objetivo, realizar uma análise multitemporal da termodinâmica da superfície do município de Garanhuns-PE. Essa variável geofísica foi escolhida, devido ao fato de que é sensível aos processos de transformação da paisagem para assentamentos urbanos e expansão das atividades agrárias. Fenômenos, esses bem evidenciados na área de estudo.

O Sol possui uma temperatura aproximada de 6.000°k, irradiada preferencialmente na faixa do ultravioleta ao infravermelho próximo, e a Terra tem como temperatura média 288°k, irradiada principalmente na faixa do infravermelho distante (cerca de 10 µm de comprimento de onda). Uma vez emitida por um corpo, a radiação pode ser refletida, absorvida ou transmitida, de acordo com as propriedades físicas do alvo. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2009).

Característica essa que torna de suma importância compreender a dinâmica da radiação solar na superfície de Garanhuns-PE, para que se possa então traçar metas que possibilitem atuar de maneira eficaz na mitigação dessa problemática. Maximizando a qualidade de vida da população, com atenuação dos impactos antropogênicos no meio.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O território pernambucano, fica inserido na região Nordeste do Brasil (Figura 1), a qual possui uma área de 1.561.092 km², estando distribuída pelos estados de Alagoas (27.807 km²), Bahia (566.355 km²), Ceará (148.853 km²) Maranhão (335.861 km²), Paraíba (56.524 km²), Pernambuco (98.192 km²), Piauí (252.718 km²), Rio Grande do Norte (52.867 km²) e Sergipe (21.914 km²).

Pernambuco subdivide-se em cinco mesorregiões, denominadas de Sertão (37.934 km²), São Francisco (24.471 km²), Agreste (24.561 km²), Mata (8.427 km²) e Metropolitana de Recife (2.798 km²). A mesorregião do Agreste, desmembra-se nas microrregiões do Alto Capibaribe (1.783 km²), Brejo Pernambucano (2.554 km²), Garanhuns (5.184 km²), Médio Capibaribe (1.763 km²), Vale do Ipanema (5.376 km²) e Vale do Ipojuca (7.899 km²).

Estando o município de Garanhuns, delimitado pelas coordenadas geográficas de -8° 51' 37" / -8° 55' 40" e -36° 26' 06" / -36° 30' 52". Fazendo divisa com 11 municípios pernambucanos (Figura 1), ao norte com Capoeiras, Jucati; ao sul Correntes, Lagoa do Ouro, Brejão, Terezinha; a leste São João, Palmeirina; a oeste Saloá, Paratama, Caetés.

A referida cidade possui duas rotas principais para capital pernambucana. A primeira pela BR 101, percorrendo um trecho de 242 km; e a segunda, passando por duas BRs 423/232, transcorrendo 80,6 km pela 423 até São Caetano-PE, mais 151,4 km na 232 até Recife-PE, totalizando uma rota de 232 km.

O município, encontra-se totalmente inserido nos domínios do planalto da Borborema, na borda oriental. Possui um relevo com cotas altimétricas que oscilam de 511 a 1030 m (Figura 2). Dentre as feições geomorfológicas destacam-se, as estruturas em forma de colinas, sobressaindo-se a superfície de cimeira do morro do Magano, localizada a -8° 52' 42" / -36° 31' 6"; os vales encaixados entre as feições supracitadas, dentro dos limites urbanos apresentam encostas com ângulos agudos, mas à medida que vão se afastando suavizam-se; patamares erosivos ligeiramente aplainados.

Deve-se salientar que os vales e os patamares erosivos, situados nos limites da poligonal municipal são comumente adjetivados de forma equivocada pela população local. Sendo respectivamente denominados de voçorocas e planícies. O que é uma disparidade conceitual, no primeiro caso, os vales situados entre as formações com estruturas em forma de colinas, são chamados de voçorocas, podendo-se tomar como exemplo clássico o vale da Liberdade, localmente chamado de buracão ou voçoroca da Raposa. Já em relação as ditas planícies, elas não podem ocorrer. Logo a área fica totalmente inserida no planalto da Borborema.

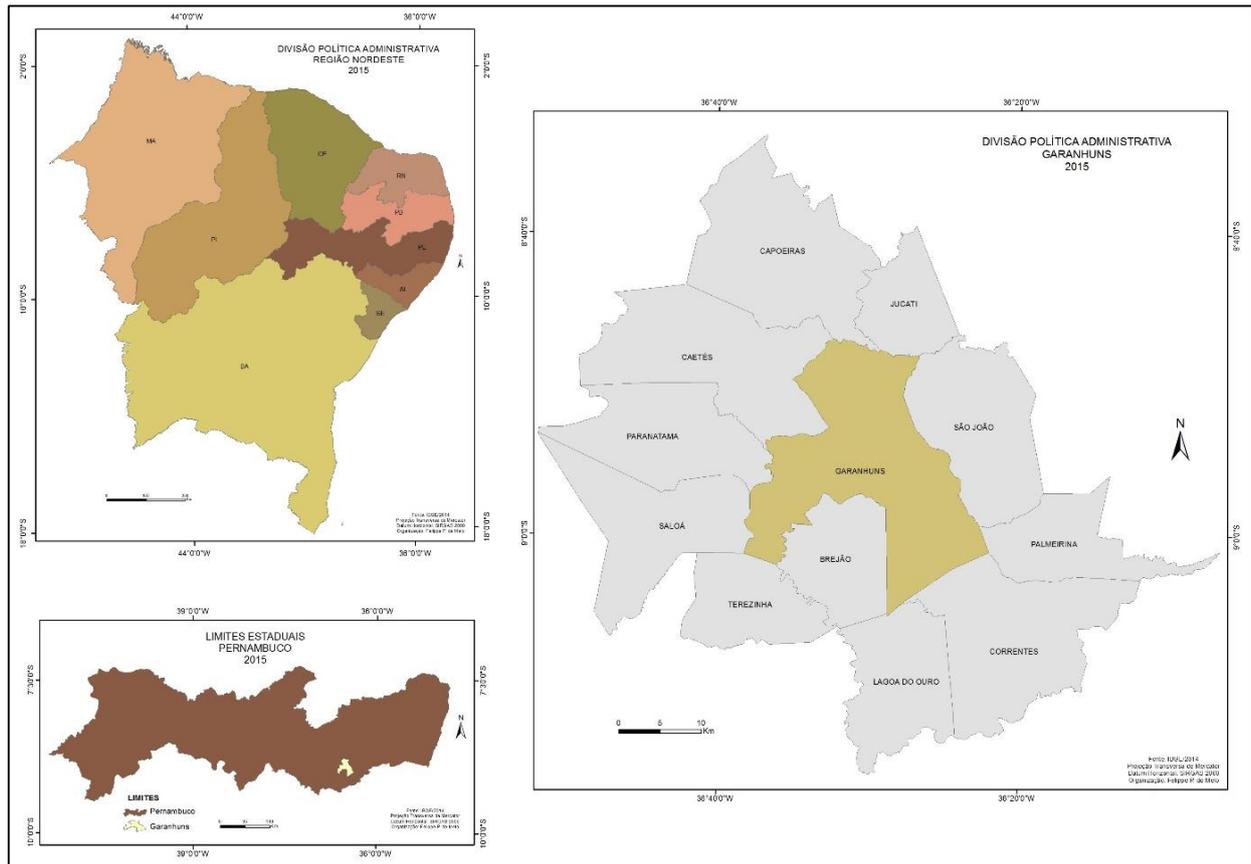


Figura 1 - Localização da área de estudo.
Fonte: IBGE, 2014.

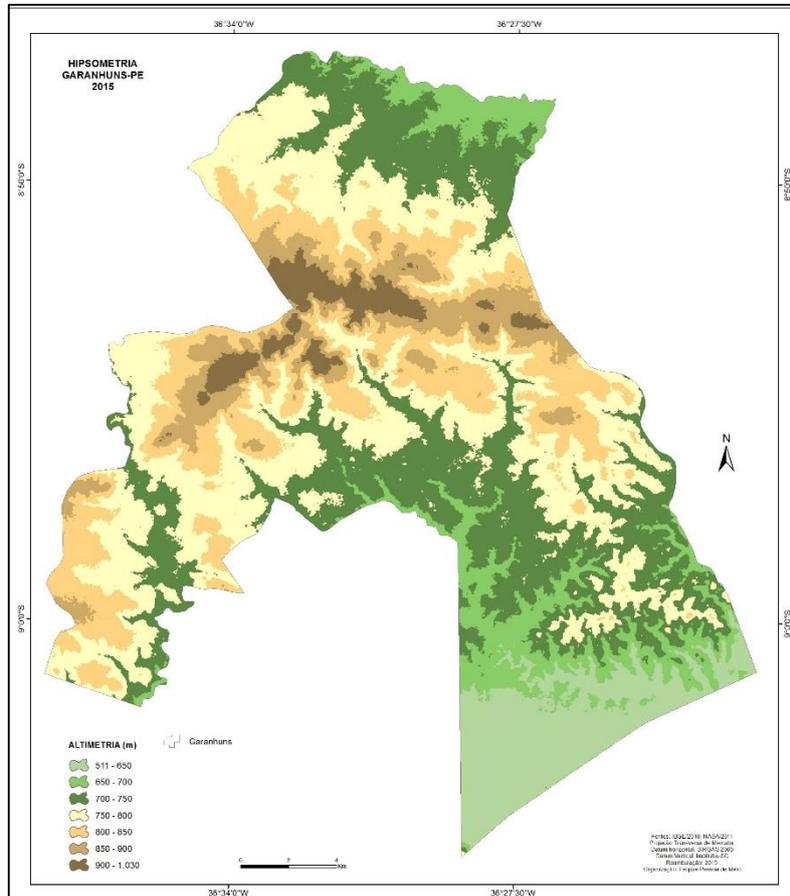


Figura 2 - Cotas altimétricas.
Fontes: IBGE, 2010; NASA, 2011.

Mesmo ficando situado no chamado Polígono das Secas nordestino, apresenta-se como uma área de exceção, estando sob o domínio do clima Mesotérmico Tropical de Altitude. Conforme INMET (2013), sua precipitação média anual é superior a 80 mm, tendo o mês de julho com as maiores médias pluviométricas 155,8 mm. As relações entre o clima e as estruturas geomorfológicas, resultaram em um relevo com elevado grau de dissecação (Figura 3), intenso processo de deposição de sedimentos nos fundos dos vales e patamares erosivos bem evidenciados.

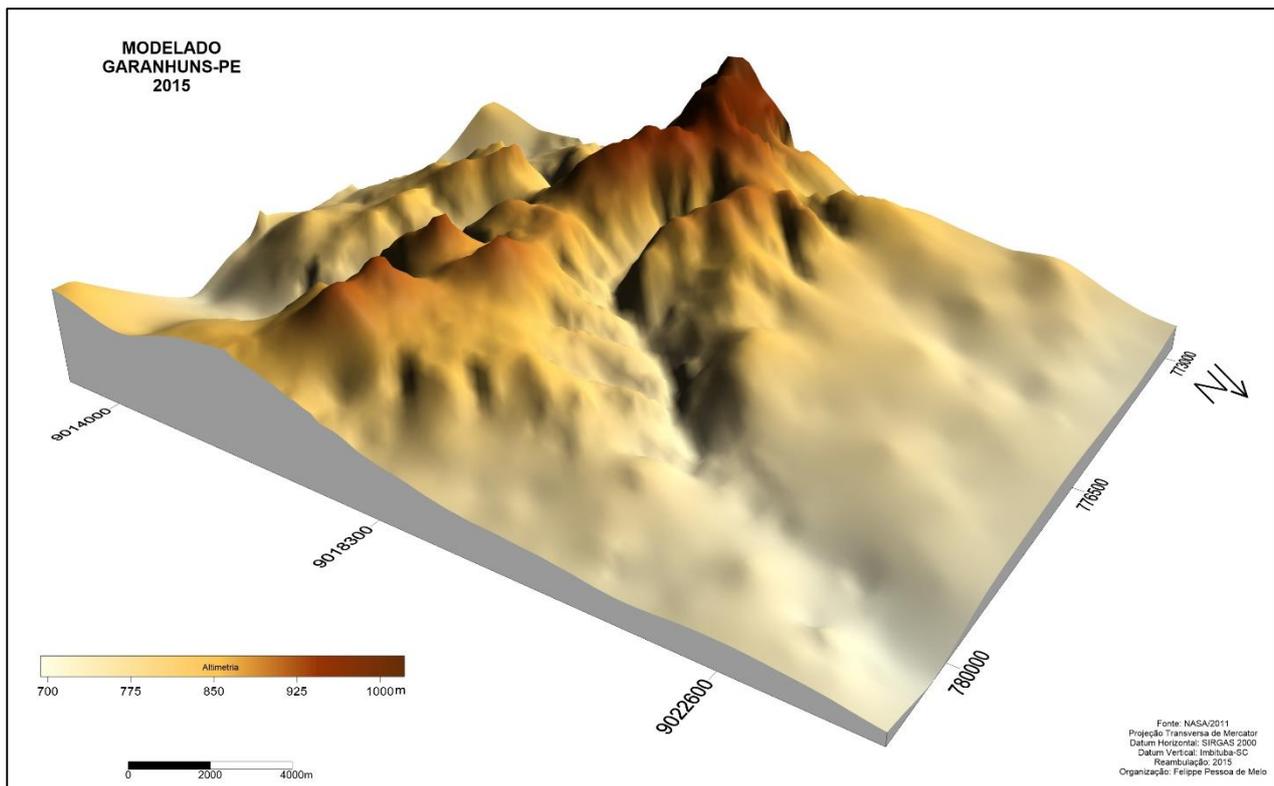


Figura 3 - Modelado em 3D.
Fonte: NASA, 2011.

Originalmente a cobertura vegetal era de Mata Atlântica a sotavento e Caatinga Hipoxerófila a barlavento. Isso ocorre porque a área em questão encontra-se situada em uma zona de transição entre Agreste e Sertão. Mas, atualmente só existem resquícios de ambas as formações vegetais, já que foram removidas para práticas de atividades agrárias e ampliação dos perímetros urbanos.

A CPRM (2014), salienta que o município de Garanhuns-PE, encontra-se situado nos domínios das unidades geológicas de Belém do São Francisco; Cabrobó 2, 3 e 4; e por um pequeno grupo de granitóides indiscriminados (Figura 4).

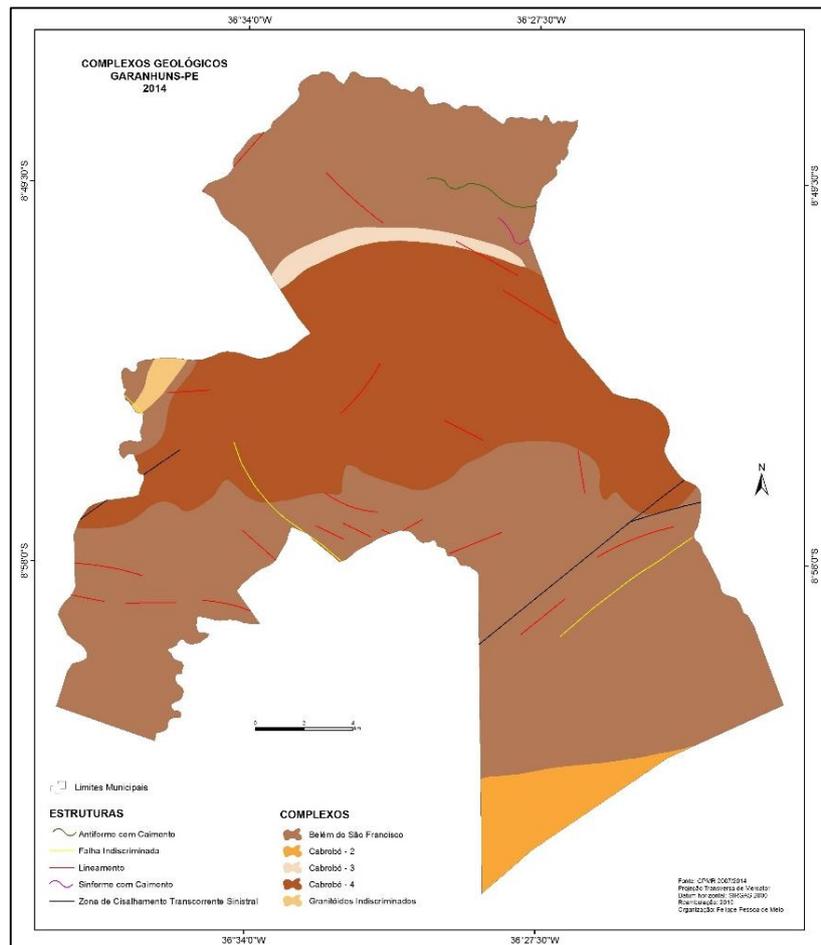


Figura 4 - Características geológicas.

Fonte: CPRM, 2007/2014.

O primeiro é formado pelos litotipos, anfíbolito, migmatito, metadiorito, ortogneisse granodiorítico, ortogneisse tonalítico; estando sob os domínios dos complexos gnaisse-migmatíticos e granulitos; tendo uma textura predominantemente argilo-siltico-arenoso; com porosidade de 0 a 15%; tendo um relevo predominantemente de colinas dissecadas e morros baixos; ocupando uma área de 2.807,25 km².

Já o complexo Cabrobó, unidade 2, é composto por litotipos, biotita e ou muscovita xisto gnaisse, leucogneisse, metagrauvaca, migmatito e níveis de quartzito, anfíbolito e mármore; ficando nos domínios das sequências vulcanossedimentares proterozoicas dobradas, metamorfizadas de baixo a alto grau; com a textura, porosidade e relevo, iguais a unidade geológica de Belém do São Francisco, ocupando um perímetro de 180,44 km². A unidade 3, é formada por litotipos, cianita-granada metagrauvaca turbidítica; estando no domínio das sequências sedimentares proterozoicas dobradas, metamorfizadas de baixo a alto grau; tendo textura e porosidade iguais a formação supracitada 2; com o relevo de chapadas e platôs, ocupando uma poligonal de 69,56 km²; o quarto grupo é composto de litotipos, quartzitos micáceos, quartzitos-feldspáticos e metarcósios bandados com intercalações de rochas calcissilicáticas; apresentando domínio, textura, porosidade, em conformidade com a unidade 3, seu relevo é montanhoso estando distribuído por 1.510,46 km².

A estrutura geológica é formada por granitóides indiscriminados, possui litotipos, monzogranitos, sienogranitos, granodioritos, tonalitos e sienitos predominantemente inequigranulares finos a médios; localmente, exibem foliação magmática; estando sob os domínios dos complexos granitoides intensamente deformados; com textura e porosidade idênticas a da unidade anterior; relevo composto por chapadas e platôs, abrangendo uma superfície de 22,65 km².

Conforme a ANA (2013), Garanhuns fica totalmente inserido na bacia hidrográfica do Atlântico N/NE (Figura 5). Tendo como principal sistema hidrográfico o rio Mundaú.

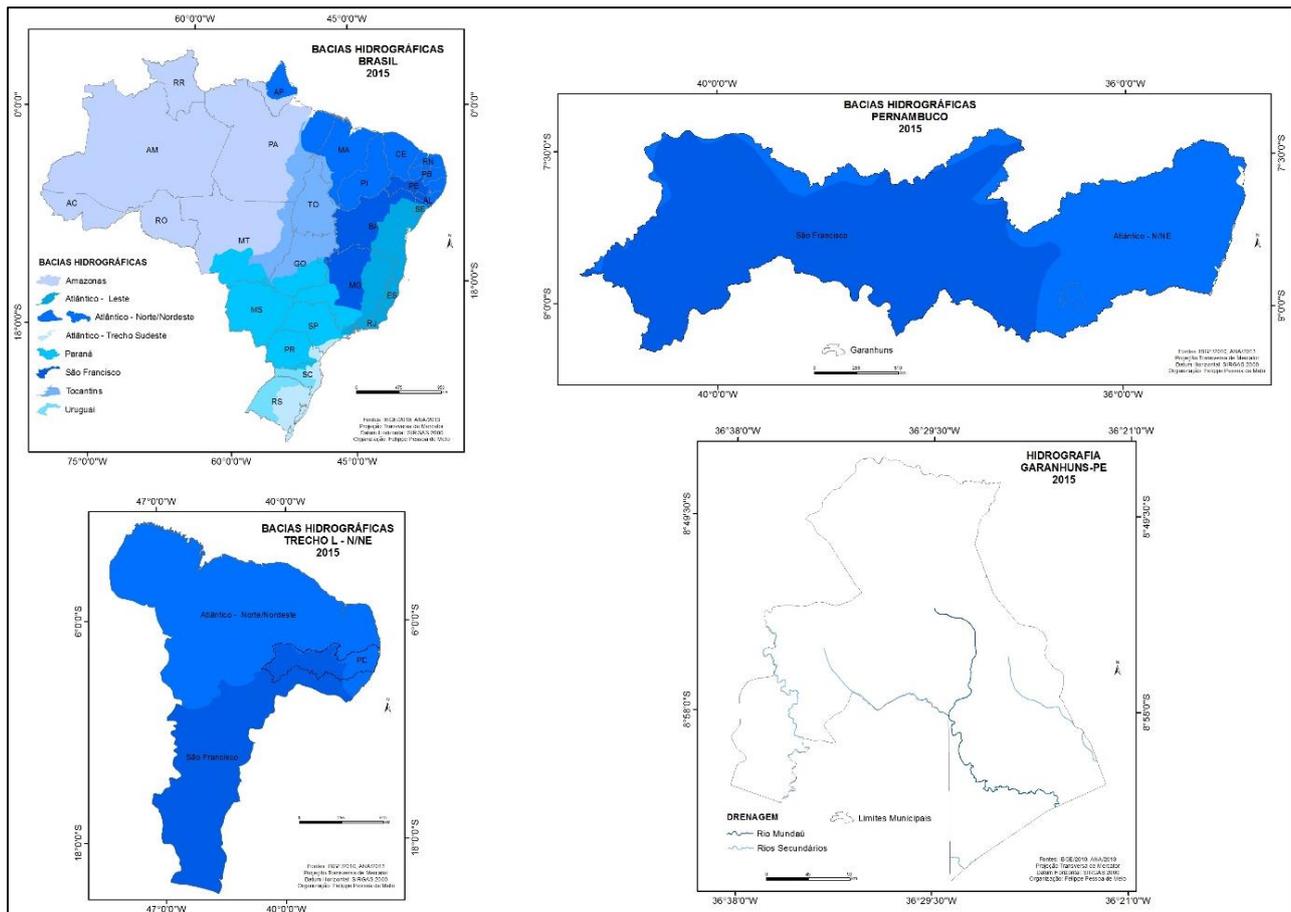


Figura 5 - Sistema hidrográfico.
Fontes: IBGE, 2010; ANA, 2013.

3. MATERIAIS E MÉTODO

Utilizou-se imagens Landsat 5, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Oriundas do sensor TM (*Thematic Mapper*), com resolução espacial de 30 m para as bandas compreendidas no intervalo espectral de: 0,45 - 0,52 μm , B1; 0,52 - 0,60, B2; 0,63 - 0,69, B3; 0,76 - 0,90, B4; 1,55 - 1,75, B5; 2,08 - 2,35, B7. No caso do canal 6 (10,4 - 12,5 μm), o pixel de 120 m. No que se refere a escala temporal, todas as cenas passam por uma nova varredura a cada 16 dias. O referido sensor tem uma abrangência espacial de 185 por 185 km. As matrizes utilizadas são

referentes a órbita 215, ponto 66, datando de: 13/08/1987, 22/11/2001 e 29/09/2010. Para delimitação das poligonais da área, usou-se os vetores da malha digital do IBGE.

Os Sistemas de Informações Geográficas - SIGs usados e seus procedimentos foram:

- IDRISI (17.0) - Importação da banda 6 (*File/Import/Governmente - Data Provider Formats/GeoTiff*), correção atmosférica (*Image Processing/Restoration/Atmosc*), conversão dos níveis de cinza em temperatura (*Image Processing/Transformation/Thermal*) e exportação (*File/Export/Desktop Publishing Formats/GeoTiff*);
- SPRING (5.2.7) - Criação de banco de dados (Arquivo/Banco de Dados), elaboração de um projeto (Arquivo/Projeto/Projeto), correção do georreferenciamento - para essa operação primeiro teve-se que ir até o módulo Impima (Impima/Arquivo/Abrir/Salvar) - em seguida voltar ao SPRING para realização das correções espaciais (Arquivo/Registro/Teclado), importação das imagens registradas (Arquivo/Importar/Importar Imagens registradas), exportação dos dados (Arquivo/Exportar/Dados Vetoriais e Matriciais);
- ArcGIS (10.2.1) - Elaboração de banco de dados (*Add Data/Connect To Folder*), salvar o projeto (*File/Save*), importação das cenas (*Add Data*), correção do sistema de coordenadas de WGS84 para SIRGAS 2000 (*Data Management Tools/Projections and Transformations/Define Projection*), adicionar camada vetorial (*Add Data*) - a qual passou pelo processo de correção de datum (*Data Frame Properties/Add Coordinate System/Import*), cortar as imagens pelo vetor (*Spatial Analyst/ Extraction/ Extract by Mask*), escolha do degradê de cores (*Layer Properties/Symbology/Classified*), edição das cartas temáticas (*Layout View - Insert*), exportação dos produtos cartográficos (*File/Export/Map*).

Para o procedimento de análise e interpretação das imagens, utilizou-se os elementos ou variáveis: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização. Conforme o método de Florenzano (2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As temperaturas da superfície dos alvos em 1987, oscilaram de 12 a 35°C (Tabela 1), sobressaindo-se as porções NNW/NNE e ESSE/SSW pelos seus contrastes termiais (Figura 6).

Grupo	Temperatura (°C)	Média (°C)	Nº de Pixel	Área (ha)
1	12 - 19	15,5	532	766,08
2	20 - 22	21	2.136	3.075,84
3	23 - 25	24	7.390	10.641,6
4	26	---	7.497	10.795,68
5	27 - 28	27,5	7.400	10.656
6	29 - 35	32	7.067	10.176,48

Tabela 1 - Termodinâmica da superfície da área de estudo em 1987.

Fontes: IBGE, 2010; INPE, 2015.

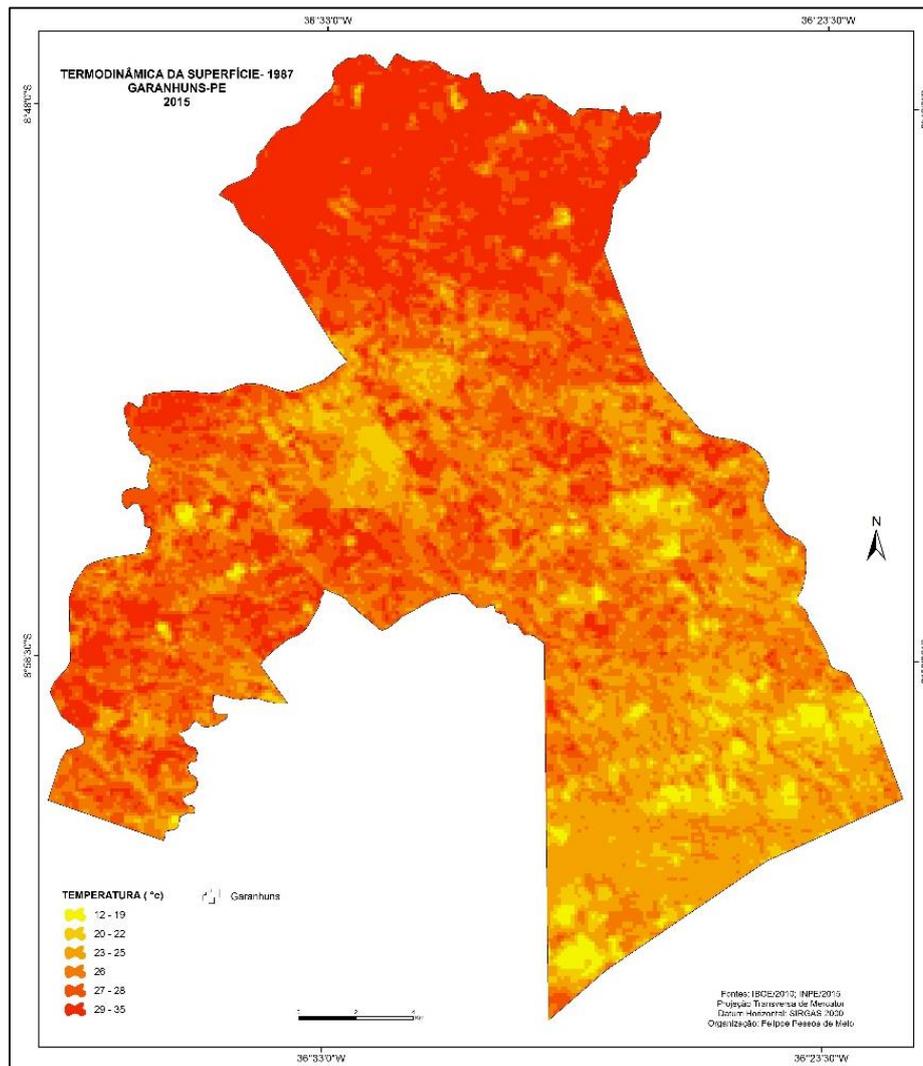


Figura 6 - Termodinâmica da superfície de Garanhuns-PE em 1987.

Fontes: IBGE, 2010; INPE, 2015.

Subsidiado pelo método de Florenzano (2011), para análise e interpretação de imagens, identificou-se os alvos que estavam encaixados no mesmo grupo termodinâmico (Tabela 2).

Elementos para Análise	Feições dos alvos					
	Nuvens	Sombra de Nuvens	Vegetação	Sítio Urbano	Solo Exposto	Corpos de Água
Cor	Branca	Preta	Verde	Magenta - Predominante	Magenta ou Branca	Verde ou Preta
Textura	Rugosa	Lisa	Rugosa		Lisa ou Rugosa	Lisa ou Rugosa
Tamanho	Pequeno		Pequeno a Grande			
Forma	Irregular					
Altura	Variável	-----				
Padrão	Irregular					
Localização	S 8° 51' 37" / S 8° 55' 40" - O 36° 26' 06" / O 36° 30' 52"					

Tabela 2 - Distribuição espacial das classes termais em 1987.

Fonte: FLORENZANO, 2011. Adaptada.

As médias termiais mais baixas foram encontradas no primeiro grupo, isso ocorreu devido ao fato dele representar as nuvens. As quais, servem de barreira natural, para leitura dos sensores termiais dos mais distintos satélites. De forma que, a leitura dos dados termiais nos recortes das cenas onde elas se materializam, não correspondem a temperatura da superfície dos alvos que estão sob essas formações (vapores d'águas). Por terem a cor branca, possuem uma capacidade elevada de reflectância, característica essa que contribuía para perda da capacidade de absorção de calor.

Apesar, do segundo grupo apresentar médias termiais mais elevadas, também encontra-se sob a influência das nuvens, mais precisamente de suas sombras, devido o ângulo que estão em relação ao Sol; com exceção dos dados situados a NO/O, que estão em áreas com vegetação de fundo de vales, que possuem reservas permanentes de água, devido afloramentos naturais como no caso da Vila Maria ($-8^{\circ} 53' 24''$ / $-36^{\circ} 29' 58''$).

O terceiro, é representado por: vegetações que estão em fundos de vales com descarte de fluxos hídricos residenciais; áreas utilizadas para atividades agrárias semiextensivas; recôncavos dos fundos de vales que apresentam afloramentos naturais de águas; encostas do sítio urbano. O quarto, caracteriza-se como uma transição entre áreas de cobertura vegetal primária ou secundária e locais antropizados. O quinto, são poligonais urbanas ou periurbanas, destacando-se o sítio urbano municipal. O último grupo, refere-se aos solos expostos, principalmente os localizados na porção norte do município (transição para o sertão).

As temperaturas médias superficiais mais intensas estão situadas nas áreas que sofreram maiores interferências antropogênicas, principalmente para fixação de moradias e atividades agrárias (Gráfico 1).

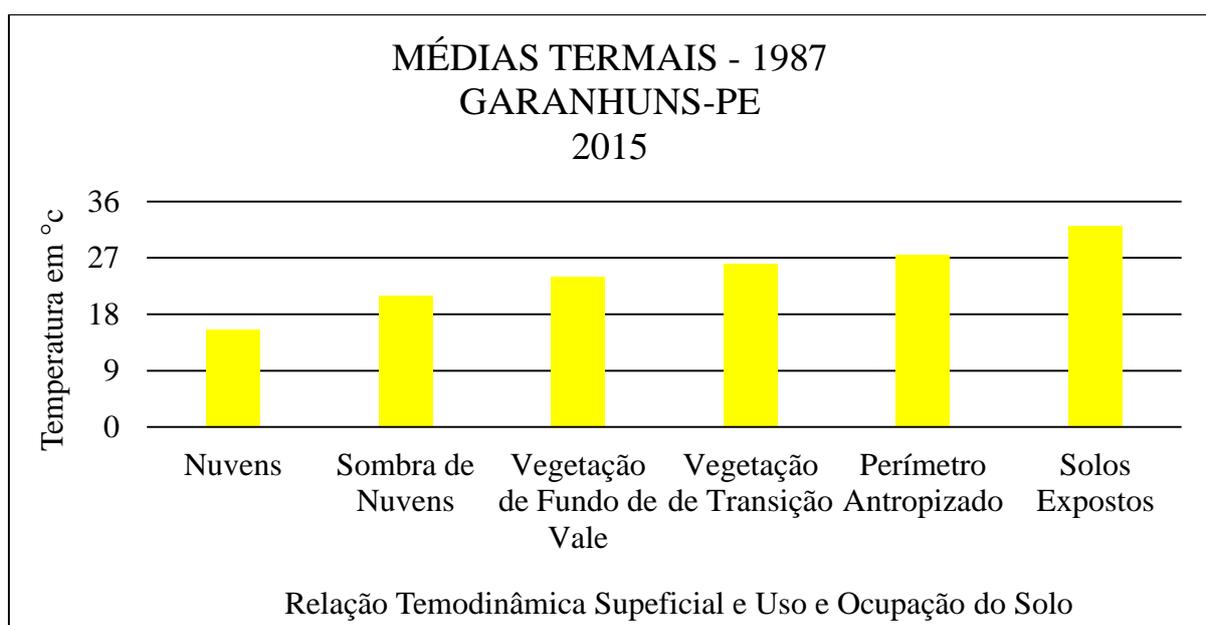


Gráfico 1 - Distribuição espacial da termodinâmica da superfície dos alvos.

Fonte: INPE, 2015.

Em 2001 (Figura 7), o perfil termal variou entre 16 e 28°C (Tabela 3), destacando-se as porções E/NW e ESSE/SSW, pelas suas disparidades de temperaturas.

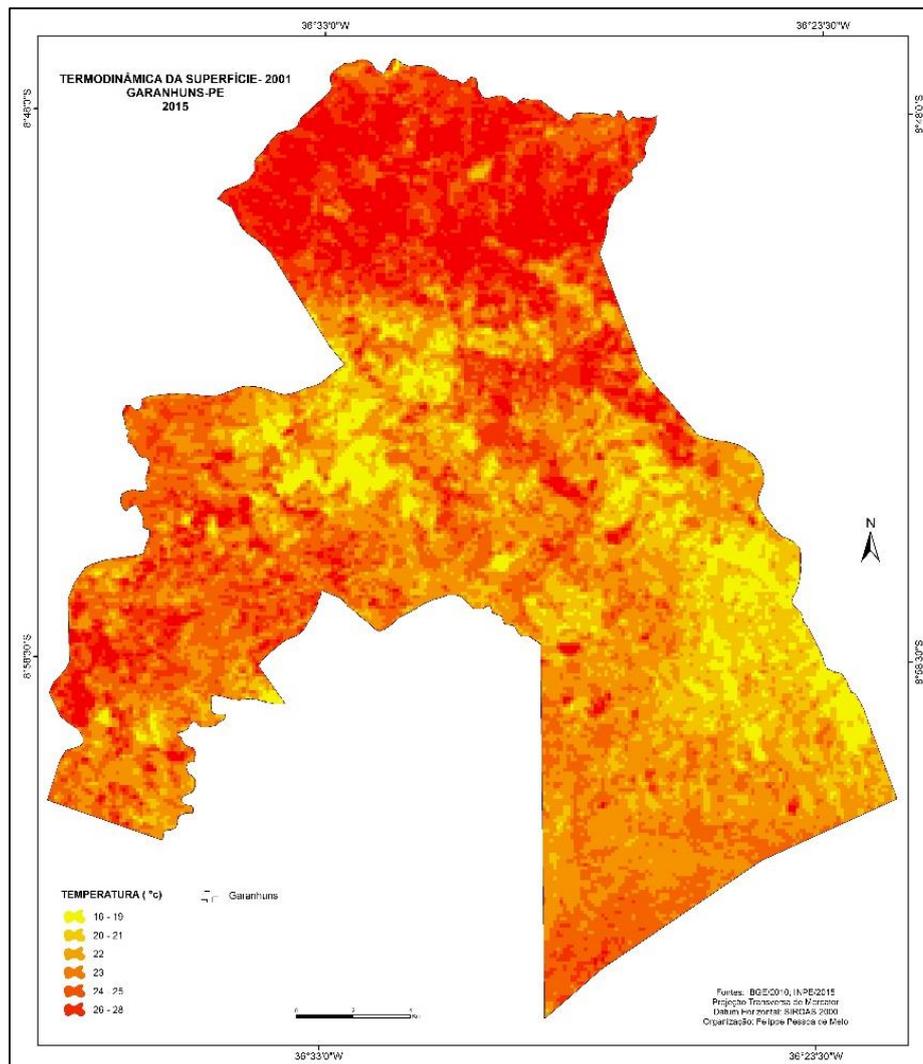


Figura 7- Termodinâmica da superfície de Garanhuns-PE em 2001.

Fontes: IBGE, 2010; INPE, 2015.

Grupo	Temperatura (°c)	Média (°c)	Nº de Pixel	Área (ha)
1	16 - 19	17,5	1.955	2.815,2
2	20 - 21	20,5	4.926	4.926
3	22	---	9.248	13.317,12
4	23	---	7.489	10.784,16
5	24 - 25	24,5	4.439	6.392,16
6	26 - 28	27	3.973	5.721,12

Tabela 3 - Termodinâmica da superfície da área de estudo em 2001.

Fontes: IBGE, 2010; INPE, 2015.

O primeiro grupo termal, corresponde a vegetação de fundo de vale a NO/O e ESSE/SSE, ambas as áreas possuem vegetação secundária em melhor estado de conservação, não ocorrem dentro dos limites do sítio urano, porém, o circundam. A cobertura vegetal atua como elemento moderador

da temperatura, já nas relações entre capacidade de reflectância e a propriedade de retenção de calor armazenado, as vegetações apresentam um perfil favorável ao conforto termal. A medida que, esses alvos refletem a luz, minimizam a absorção de energia. Mas, a radiação absorvida desencadeia a mesma reação nos demais alvos, ou seja, aquecimento. Entretanto elas evitam ou minimizam a absorção de radiação por outros objetos, logo servem de barreiras, e no seu processo de evapotranspiração regulam a temperatura ambiente dos elementos que estão em seu raio de alcance.

O segundo, concentra-se nas adjacências da primeira resposta termal. Caracterizando-se com uma extensão da cobertura vegetal, todavia, com os condicionantes geofísicos alterados. Tendo mesmo disponibilidade de água e recebendo mais radiação, por não ter as encostas dos vales como barreira. Entretanto, já começa a margear os fundos de vales situados no perímetro urbano.

No terceiro, encontram-se as vegetações com menor adensamento, devido os processos antropogênicos; os fundos de vales, tanto os situados nos arredores urbanos como os que apresentam uma topografia menos aguda; existindo também uma discreta representação de sua assinatura termal, cerca de 43,2 ha. Dos quais, 50%, estão concentrados entre as coordenadas geográficas de $-8^{\circ} 52' 57''$ / $-8^{\circ} 52' 37''$ e $-36^{\circ} 27' 42''$ / $-36^{\circ} 27' 14''$. Essa área refere-se a uma poligonal com vegetação secundária, circundada pelo perímetro antropizado. Os demais 50%, são fragmentos urbanos com espaços antropizados intercalados com vegetação e altitudes superiores a partir de 870 m, já que a média altimétrica é de 850 m, essas porções da superfície possuem uma melhor circulação de ar, fenômeno esse que ajuda na redução das temperaturas.

O quarto, possui duas situações geotermais, sendo elas: uma transição entre a vegetação de baixo adensamento e o sítio urbano principal; já na zona rural, representa áreas com vegetação rasteira, intercalada com arbustivas e solos expostos. No penúltimo, destaca-se o sítio urbano no centroide, e solos com vegetação rasteira, com ênfase para porção norte. O último, pode ser subdividido em duas categorias: poligonais urbanas extremamente adensadas ($-8^{\circ} 53' 51''$ / $-8^{\circ} 53' 24''$ e $-36^{\circ} 29' 42''$ / $-36^{\circ} 29' 26''$) e solos expostos na porção norte do município ($-8^{\circ} 48' 14''$ / $-36^{\circ} 32' 12''$). Em relação ao padrão da distribuição geoespacial das temperaturas mais elevadas, observa-se o aumento dos grupos, que representam áreas antropizadas ou sob influência direta (Gráfico 2).

Estimar as trocas de energia na biosfera é essencial para modelar cenários atuais, pretéritos e futuros. Tendo em vista que cada vez mais as ações antrópicas interferem de forma mais latente e fugaz no meio. Sabe-se que apenas um parâmetro físico, que no caso em questão é a estimativa de temperatura superficial dos alvos, por si só não dá conta de explicar o cenário no todo. Logo, existem uma gama de fatores físicos e socioeconômicos que interferem direta e indiretamente nesse quadro. Os quais são impossíveis de serem interpolados e ponderados de forma precisa no processo de modelagem. Mas não por falta de tecnologia, e sim porque o homem é incapaz de entender a natureza

no todo. Cabendo a ele, a difícil tarefa de simular ou estimar possíveis resultados, tomando como parâmetro as variáveis que julga mais importantes para suas modelagens.

Entretanto, a possibilidade de acompanhar um fenômeno geofísico captado por um sensor orbital, é um importante avanço para confecção de modelos mais precisos. Uma vez que, essas tecnologias possibilitam análises multitemporais desses fenômenos, sem a necessidade de gastos dispendiosos com grandes equipes, para trabalho de campo. Sendo necessário para o processo de reambulação um número bem menor de pessoas. Desonerando a pesquisa e minimizando a probabilidade de erro, devido um maior controle do fluxo de informações.

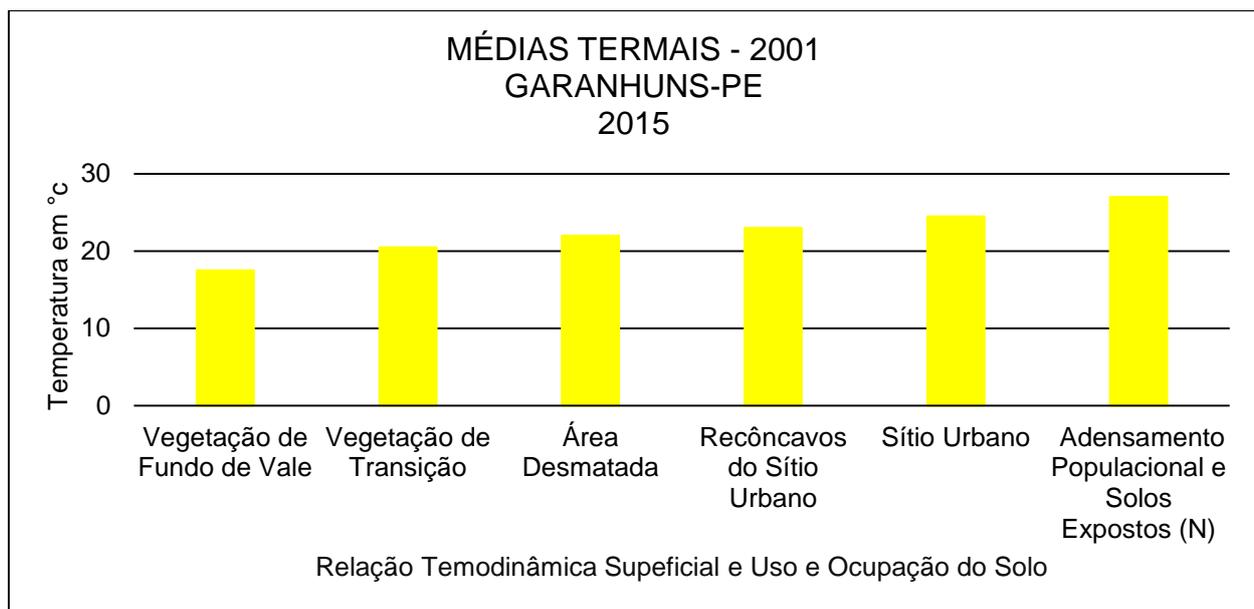


Gráfico 2 - Distribuição espacial da termodinâmica da superfície dos alvos.
Fonte: INPE, 2015.

Em 2010, o padrão termal teve mínima de 16 e máxima de 32°C (Tabela 4), sobressaindo-se os padrões termiais situados a ENE/OSO, por estarem sob o domínio das médias mais elevadas (Figura 8).

Grupo	Temperatura (°C)	Média (°C)	Nº de Pixel	Área (ha)
1	16 - 20	18	1.499	2.158,56
2	21	---	6.961	10.023,84
3	22 - 23	22,5	12.314	17.732,16
4	24 - 25	23,5	5.722	8.239,68
5	26	---	3.541	5.099,04
6	27 - 32	29,5	2.215	3.189,6

Tabela 4 - Termodinâmica da superfície da área de estudo em 2010.
Fontes: IBGE, 2010; INPE, 2015.

O padrão termal situado entre 16 e 20°C, representa resquícios de vegetação secundária, lagos e cultivos de monoculturas. O perímetro compreendido entre as coordenadas -8° 51' 51" / -8° 55' 33"

e $-36^{\circ} 33' 40''$ / $-36^{\circ} 30' 29''$, destaca-se dos demais devido sua proximidade ao sítio urbano e mesmo assim apresenta a média termal mais amena (18°C). Esse fenômeno, ocorre principalmente porque a área possui uma cobertura vegetal secundária (mas com resquícios de primária) significativa em comparação com a vegetação que circunda a polígono urbano.

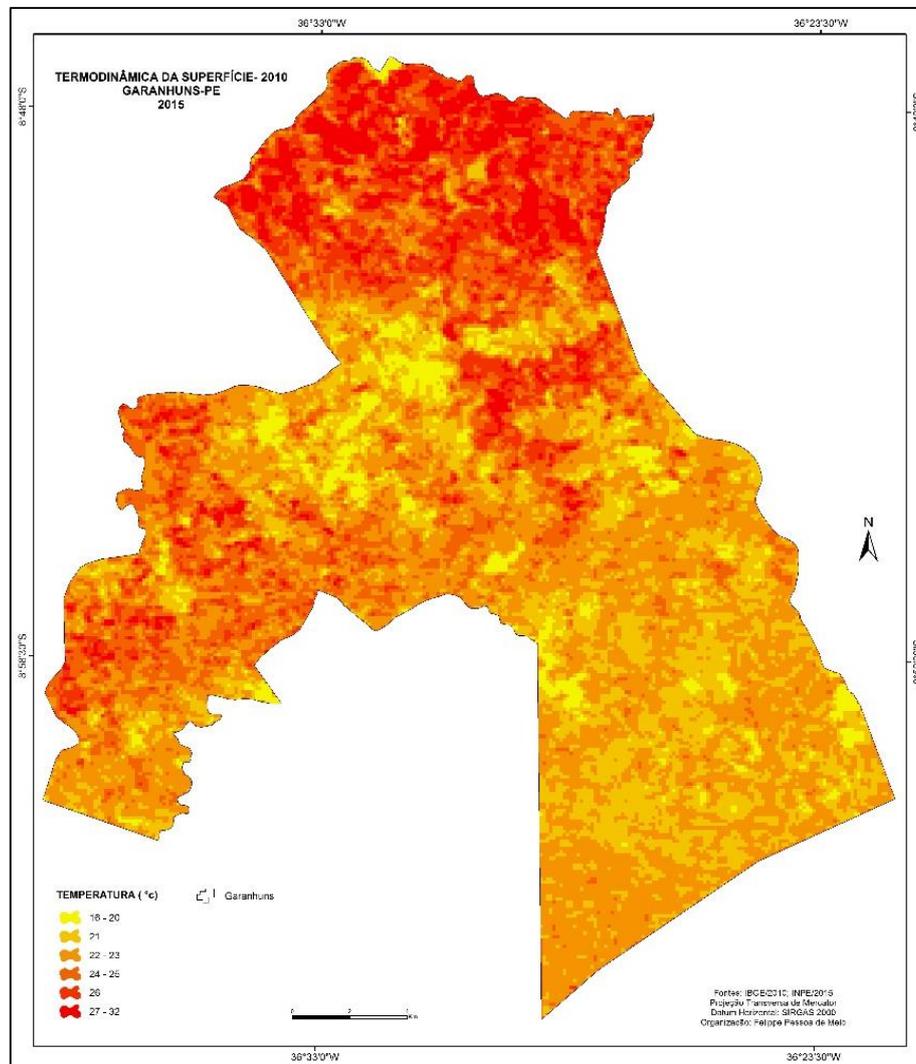


Figura 8 - Termodinâmica da superfície de Garanhuns-PE em 2010.

Fontes: IBGE, 2010; INPE, 2015.

O segundo grupo, é composto pelas adjacências do primeiro, mais as áreas que possuem drenagem inferior a 30 metros de comprimento e seus recôncavos. Apesar, do pixel da imagem termal ser de 120 m, ficou evidenciado que no processo de sobreposição das respostas termais em relação a *raster* sintético, as temperaturas de 21°C , margeavam áreas sinuosas, de tonalidade verde e encaixadas entre as estruturas mamelonizadas, ou seja, a drenagem. A qual não foi representada pela cor habitual, devido ao procedimento geostatístico realizado pelo sensor, o qual faz uma média das respostas espectrais situadas em uma área de 30 por 30 m. E já que a drenagem do município tem o comprimento inferior a 30 metros, e além de ficar circundado por cobertura vegetal (primária ou secundária) elas têm o predomínio, e a resposta espectral corresponde a cor verde.

No terceiro, destacam-se duas situações de uso e ocupação do solo, sendo elas: pastagens para prática da pecuária extensiva e perímetro antropizado situado na zona de transição para área rural. O quarto grupo, é formado principalmente por áreas antropizadas, com ênfase para assentamentos urbanos, mas com a presença de resquícios de vegetação. Podendo-se citar como exemplos os parques: Ruber Van Der Linden, tendo seu centroide localizado a $-8^{\circ} 53' 34''$ e $-36^{\circ} 29' 28''$ e o Euclides Dourado, situado entre as coordenadas geográficas de $-8^{\circ} 53' 7'' / -8^{\circ} 52' 57''$ e $-36^{\circ} 29' 11'' / 36^{\circ} 29' 7''$. O quinto, condiz com duas situações principais, sendo: solos expostos a ONO/OSO e NNO/NNE, mas com remanescentes de vegetação secundária e adensamento residencial no sítio urbano. No último, também se destacam duas situações. São elas: solos expostos a ONO/OSO e NNO/NNE e intenso agrupamento urbano.

O comportamento térmico da década de 2010, segue a tendência de 2001. Com a intensificação dos processos de antropização das áreas e aumento das médias termais nos referidos padrões espaciais (Gráfico 3).

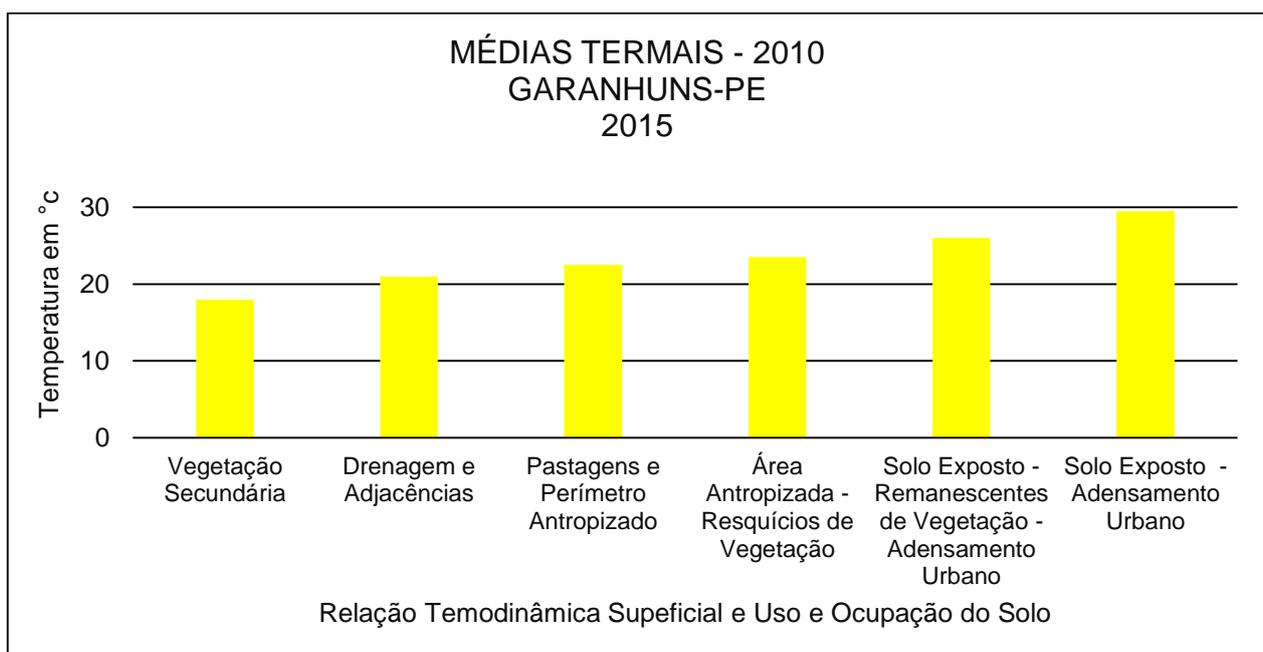


Gráfico 3 - Distribuição espacial da termodinâmica da superfície dos alvos.

Fonte: INPE, 2015.

O agrupamento urbano central, apresentou temperaturas mínimas de 22 e máximas de 32°C. A amplitude térmica de 10°C, é um dado alarmante. Principalmente por ocorrer em uma mesma classe temática, que no caso é o sítio urbano. Colocando em risco a integridade física da população e desequilibrando a dinâmica ambiental. Utilizando a classificação/modelo desenvolvido por Veyret *et al.* (2013), a situação supracitada encaixa-se em: riscos naturais agravados pelo homem.

Acompanhar as transformações da paisagem e os fenômenos geofísicos que nela ocorrem, é uma necessidade latente para o planejamento urbano eficaz. Sendo assim, as tecnologias do

sensoriamento remoto e SIG, contribuem de forma contundente nessa temática. A primeira, que permite varreduras de alvos localizados na superfície terrestre e oceânica. Já a segunda possibilita a manipulação dessas informações em ambiente virtual e confecção de produtos cartográficos temáticos. Características essas que são de suma importância para monitorar as ações antropogênicas na paisagem e estimar fenômenos geofísicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizando as tecnologias do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas - SIG, foi possível realizar uma análise multitemporal do perfil termal do município de Garanhuns-PE. Servindo de subsídio para políticas públicas de ordenamento territorial. Já que, a dinâmica termal da superfície dos alvos está diretamente relacionada com o conforto termal, proliferações de bactérias, aumento das taxas de evaporação, desenvolvimento da flora entre outras variáveis.

Então, compreender as trocas de energia na superfície terrestre, facilita e torna mais eficaz as tomadas de decisões, minimizando os impactos ambientais e maximizando a qualidade de vida. No caso de áreas já degradadas ou com esse processo intensificado. Essas geotecnologias permitem/possibilitam estimar a eficácia ou ineficácia das ações antrópicas para atenuação desse fenômeno socioambiental.

No atual estágio de desenvolvimento que as sociedades se encontram, com sua capacidade de transformação das paisagens cada vez mais ampliada e fugaz, faz-se necessário que as variáveis dessas ações sejam armazenadas, analisadas e estimadas, com a mesma intensidade. De forma que, tenha-se um período de retorno o suficiente para minimizar os impactos antropogênicos na natureza. Dando tempo para que a mesma se recomponha. Evitando assim tragédias geoambientais oriundas de ações antrópicas.

Deve-se ressaltar que essas tecnologias, não estão sendo utilizadas com a finalidade de condicionar a geografia ou demais ciências que gozam dessas ferramentas. E sim para subsidiar, fornecendo assim a possibilidade de operar uma imensa gama de variáveis em bancos de dados virtuais. De forma que, essas informações possam simular futuros cenários caso os dados continuem seguindo o mesmo padrão ou até mesmo reconstituir quadros passados.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional da Águas. **Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/default.aspx>>. Acesso em: 23 dez. 2013.

BARON, H. V.; BOST, F.; CAMBRÉZY, L.; DONZE, J.; GLEMAREC, Y.; HEUDE, J.; JANIN, P.; PELLETIER, P.; RICHEMOND, N. M.; THOURET, J. C.; VEYRET, Y. (org.). **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2013. 320 p.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de Paisagens: fundamentos**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 95p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1. ed. São Paulo: Blücher, 1999. 236p.

COSTA, J. J.; FONTES, A. L.; GIUDICE, D. S.; LIMA, A. S.; NETO, E. M. L.; OLIVEIRA, A. C. A.; REZENDE, W. X.; SANTOS, E. C. B.; SANTOS, M. M.; SANTOS, S. S. C.; SOUZA, H. T. R.; SOUZA, R. M. (org.); SOUZA, R. R. **Território Planejamento e Sustentabilidade: conceitos e práticas**. São Cristóvão: UFS, 2009. 234 p. ISBN 978-85-7822-105-8.

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Mapas Geodiversidade Estaduais. Disponível: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1339&sid=9>>. Acesso em: 27 out. 2014.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha digital do Brasil**. Disponível: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acesso em: 14 jan. 2014.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 21 dez. 2013.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 04 de abr. de 2015.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e clima do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206p.

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*. **Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer**. Disponível em: <<http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>>. Acesso em: Acesso em: 04 de abr. de 2015.