
Uso da terra e temperatura

de superfície
em Ponta Grossa,
Paraná (PR), Brasil

Land use and surface temperature
in Ponta Grossa, Paraná (PR), Brazil

Rafaela Steimbach Fruteira¹

Paulo Costa de Oliveira Filho¹

Kelly Geronazzo Martins¹

Aparecido Ribeiro de Andrade²

¹ Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), Departamento de Engenharia Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Saneamento Ambiental (PPGSA). Irati (PR), Brasil

² Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro,) Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGC). Guarapuava (PR), Brasil

marfagirl@hotmail.com; paulocostafh@gmail.com

kellygm77@gmail.com; apaandrade@gmail.com

Resumo

Este trabalho analisou a influência dos usos da terra no município de Ponta Grossa-PR sobre a temperatura de superfície terrestre. Imagens orbitais multi-temporais foram utilizadas para obtenção do uso e cobertura e para geração dos valores de temperatura. A partir dos mapas de uso e cobertura e de classes de temperaturas, realizaram-se os cruzamentos estatísticos dos dados. Análises de coordenadas principais foram executadas para cada ano, a fim de avaliar quais classes de temperatura foram mais bem relacionadas com as diferentes classes de uso. As classes área urbana e solo exposto apresentaram as temperaturas mais elevadas, já as classes floresta e cultivo florestal apresentaram temperaturas menores. Através dos diagramas de ordenação da análise de coordenadas, notou-se a formação de dois grupos principais de classes. Um deles formado por classes mais antropizadas, associado aos vetores de temperaturas maiores, outro com as classes de formações vegetais, associados aos vetores de temperaturas mais brandas.

Palavras chave: sensoriamento remoto; bandas termais; análise de coordenadas principais.

Abstract

This study examined the influence of land use in the city of Ponta Grossa-PR on the Earth's Surface Temperature. Multitemporal orbital images were used to obtain the usage and coverage, and to generate temperature values. With the use of maps and coverage and temperature classes data crosses were obtained. Main coordinate analyses were performed for each year in order to assess which temperature classes were more significant for the different use classes. Classes urban areas and exposed soil showed higher temperatures, since the forest and forest cultivation classes had lower temperatures. Through the ordering diagrams coordinate analysis, the formation of two major groups of classes was noted. One of them consists of more anthropic classes associated with the vectors of higher temperatures; another with classes of plant formations, associated with the vectors of milder temperatures.

Key words: remote sensing; thermal bands; main coordinates analysis.

1. Introdução

A substituição da cobertura natural na superfície terrestre de forma desordenada, objetivando principalmente o desenvolvimento de atividades antrópicas, tem causado modificações no clima local. Esses impactos são mais intensos nos centros urbanos e vão desde a diminuição da velocidade dos ventos à inversão térmica e até a degradação da qualidade do ar (Takahashi *et al.*, 2004). Um dos fatores que contribui para essas alterações é o tipo de material utilizado nas construções, como asfalto e concreto, pois possuem baixa reflectância, ocasionando maior armazenamento de calor.

Guillén *et al.* (2015) afirmam que o mapeamento do uso da terra é o precursor para o reconhecimento da extensão, gênese e potencial de limitação, possibilitando prever sua evolução para uma finalidade em particular e classificação de sua avaliação sistemática. Os mesmos autores concluem que técnicas de sensoriamento remoto e sua análise através de sistemas de informações geográficas permitem melhor avaliar e caracterizar a evolução temporal e espacial do uso da terra nos mais diversos ambientes.

A análise multitemporal do uso e cobertura da terra permite identificar as diferentes classes, suas alterações ao longo do tempo e relacioná-las às possíveis variações da temperatura de superfície terrestre, o que influencia a temperatura do ar no local. Essa hipótese baseia-se no fato de que os diferentes tipos de uso e cobertura têm taxas de emissão, absorção e reflectância distintas, uma vez que as trocas e o balanço de energia superficial interagem diretamente com a radiação e a cobertura da terra (Souza e Ferreira Júnior, 2012).

Nesse sentido, dados obtidos por sensoriamento remoto podem ser utilizados tanto na caracterização do meio físico, gerando infor-

mações úteis para o planejamento e gerenciamento urbano (Padilha e Kurdjian, 1996), quanto para a obtenção de valores de temperatura de superfície por meio de sensores que captam a radiação no infravermelho termal.

O conhecimento da temperatura de superfície é importante tanto para o mapeamento das condições climáticas locais e regionais, como para entender as condições ambientais adequadas à melhoria da qualidade de vida do ser humano (Kawashima *et al.*, 2000). Essa necessidade está diretamente relacionada à variabilidade da temperatura do ar, um dos principais elementos meteorológicos que definem o maior ou menor conforto térmico humano, para não dizer conforto ambiental, numa perspectiva mais ampla.

Nas últimas décadas, estudos associando variações climáticas às intensidades da temperatura de superfície têm sido comuns. Esses estudos podem focar casos de anomalias sazonais ou atemporais (Klein *et al.*, 1999), mas também podem buscar a identificação e quantificação de ilhas de calor em ambientes urbanos (Souza e Ferreira, 2012). Isso ocorre em virtude de uma escassez nos dados de temperatura do ar disponíveis e, paralelamente a isso, o sensoriamento remoto é uma técnica que permite, além das visões em diferentes escalas, realizar medidas através dos dados do sensor infravermelho termal de temperatura aparente da superfície.

Estudos como aqueles realizados por Andrade *et al.* (2013) representam, portanto, um exemplo cabal de que o conhecimento de informações climáticas e sua interação com a superfície adjacente em alguns locais do planeta só pode ser alcançado com a contribuição direta da tecnologia de sensoriamento remoto. Análises dessa magnitude dificilmente poderiam ser realizadas a partir de dados

de estações ou equipamentos convencionais, os quais monitoram dados em superfície, pois a distribuição espacial e até mesmo temporal desses equipamentos é muito restrita.

Nesse sentido, ao se avaliar as diferentes respostas obtidas por imagens de satélite, este trabalho objetivou analisar as variações multitemporais de uso e cobertura da terra no município de Ponta Grossa (PR) e sua relação com a alteração da temperatura da superfície terrestre, por meio de imagens orbitais multitemporais do satélite *Landsat 5*.

2. Material e métodos

O objetivo de estudo do presente trabalho é o município de Ponta Grossa, localizado na região leste do estado do Paraná, a qual é regionalmente conhecida por Campos Gerais. Esse local encontra-se entre as coordenadas 24° 51' e 25° 27' S de latitude e 49° 42' e 50° 28' W de longitude, Datum SIRGAS 2000 (**Figura 1**).

Para obtenção dos dados de temperatura de superfície foram utilizadas imagens do sensor TM a bordo do satélite *Landsat 5*, órbita/ponto 221/77, referente a 14/06/1985; 22/07/1993; 18/06/2004; e 03/08/2009, disponibilizadas pelo site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Como critério para a seleção das imagens foram consideradas as seguintes características: cobertura de nuvens inferior a 50%, data das imagens dos meses de passagem mais próximos possíveis, a fim de minimizar efeitos sazonais e obtenção das condições meteorológicas registradas na data de passagem do satélite mas semelhantes possível (**Tabela 1**).

O processamento das imagens incluindo técnicas de contraste, a correção geométrica e a classificação para a elaboração dos mapas de uso e ocupação da terra, foram realizados

utilizando-se o *software SPRING* versão 5.2.1 (INPE-DPI).

Para a etapa de conversão dos valores digitais das bandas termais para valores de temperatura, foi utilizada a ferramenta *Thermal* do *software IDRISI* versão selva® (*Clarck Labs*). Inicialmente os números digitais foram convertidos em radiância espectral e posteriormente em 'temperatura referente a um corpo negro', com valores em graus Celsius, conforme Souza e Silva (2005).

As classes de uso da terra foram definidas em função da condição de interpretação limitada à resolução espacial das imagens orbitais e também a fim de abranger os usos e ocupações presentes na área de estudo, sendo elas: área urbana, agricultura e campo, cultivo florestal, floresta e corpos d'água.

Após a geração dos mapas de uso e cobertura da terra e dos mapas de temperatura de superfície, foi executado o cruzamento de planos de informações possibilitando o resultado algebrico da combinação dessas duas informações.

2.1 Análises estatísticas

As relações entre o uso e cobertura do solo (floresta, cultivo florestal, agricultura e campo, solo exposto, área urbana e corpos d'água) com as classes de temperatura (> 4°C até < 22°C), foram avaliadas em cada ano utilizado no estudo (1985, 1993, 2004 e 2009) mediante análises de coordenadas principais – ACoP (Gower, 1966). As correlações das variáveis originais com os escores das coordenadas da ACoP foram calculadas para discriminar qual variável apresenta maior peso na coordenada. O número de coordenadas foi determinado pela porcentagem de variação (95% de explicação).

As análises foram efetuadas com auxílio do *PCORD program version 6.0* (Mccune e Mefford, 2011).

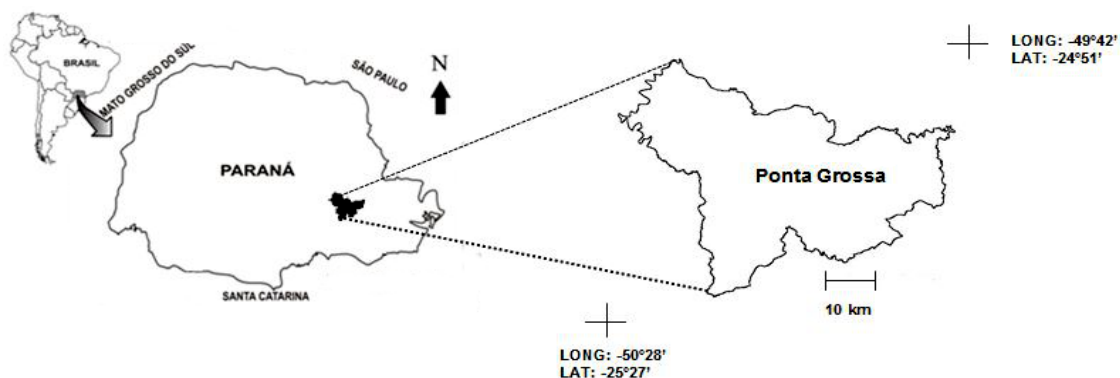


Figura 1 Localização da área do estudo

Tabela 1 Condições meteorológicas registradas na estação de Ponta Grossa (PR)

Data de aquisição	Temperatura mín. (°C)	Temperatura máx. (°C)	Umidade (%)	Precipitação (mm)
14/06/1985	7,4	23,6	66,60	0
22/07/1993	8,8	24,0	68,60	0
18/06/2004	8,7	24,5	82,18	0
03/08/2009	8,1	19,5	77,45	4,6

Fonte: SIMEPAR, 2014

3. Resultados e discussão

O gráfico da **Figura 2** apresenta as variações quanto à proporção do uso e cobertura da terra no município de Ponta Grossa (PR). Nos anos em que foram utilizadas as imagens orbitais (1985, 1993, 2004 e 2009) nota-se um aumento da área da classe ‘floresta’ entre os anos de 1985 e 1993.

A classe ‘cultivo florestal’ não apresentou grandes variações entre os anos analisados, com exceção para o ano de 2004, quando esta apresentou um declínio. Neste ano uma grande extensão da área ocupada por cultivo florestal e que nos anos anteriores havia classificada como ‘solo exposto’, o que possivelmente está associado ao corte da vegetação.

Para a classe de ‘agricultura e campo’, as variações de áreas encontradas podem ser as-

sociadas às variações sazonais da classe ‘solo exposto’, uma vez que nas áreas de cultivo são realizadas colheitas periodicamente. Já para a classe ‘área urbana’ foi observado um crescimento de aproximadamente 90 km². Esse crescimento ocorreu de forma mais expressiva sobre áreas de ‘agricultura e campo’.

De forma geral, percebe-se que a área destinada ao ambiente urbano aumentou de maneira constante no período de 1985 a 2009 e a área de agricultura/campo diminuiu. Apesar disso, no último ano de análise (2009) essa classe volta a aumentar, mas isso se deve a sazonalidade, ou seja, ao plantio de culturas que iniciam seu ciclo no final do inverno e início da primavera.

As imagens dos anos anteriores eram da primeira metade do inverno (junho/julho), período em que o solo está exposto, sem nen-

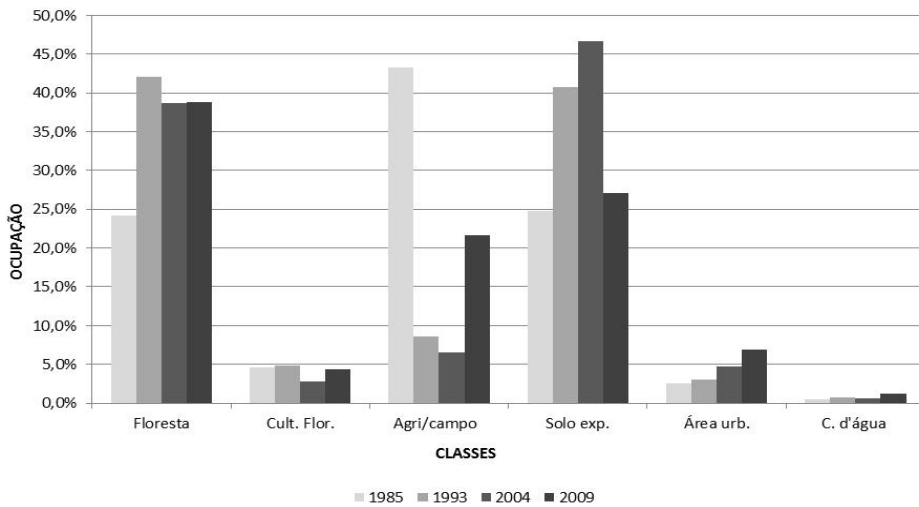


Figura 2 Dinâmica do uso e cobertura da terra no município de Ponta Grossa, Paraná de 1985 a 2009

huma atividade agrícola. Esse fato ocorre na maioria das propriedades agrícolas da região de estudo em virtude de ser comum a ocorrências de invernos rigorosos na região centro-sul do Paraná (Costa e Andrade, 2015).

3.1 Cruzamentos dos planos de informações e relações da temperatura de superfície com os usos e coberturas da terra.

A **Figura 3** mostra o diagrama de ordenação em que os dois eixos principais explicam 96,52% da variação total. O eixo 1 (ACoP 1), representa 92,01% da variação dos dados. Nesse eixo os maiores pesos (*loadings*) estão associados às classes de temperatura 8,1-10,0°C (-0,959) e 10,1-12,0°C (-0,943), 12,1-14,0°C (0,973) e 14,1-16,0°C (0,991). O eixo 2 (ACoP2), por sua vez, representa apenas 4,51% da variação total.

A análise de coordenadas principais separa as classes de uso e cobertura da terra em dois grupos principais, sendo um deles formado pelas classes ‘agricultura’, ‘solo exposto’ e ‘área urbana’, as quais estão associadas

às classes de temperatura com valores mais elevados. Essas três classes apresentam maior variação de valores de temperatura, representadas pela maior quantidade de vetores apontados para esta região.

O contrário é observado para as classes de ‘corpos d’água’, ‘cultivo florestal’ e ‘floresta’, onde há uma maior homogeneidade quanto aos valores de temperatura e uma associação a valores de temperatura mais baixos. O diagrama de ordenação (**Figura 3**) mostra os valores de temperatura mais baixos associados à classe ‘reflorestamento’, classes 6,1 -8,0°C e 8,0 -10,0°C, em comparação com a classe ‘floresta’.

A análise de coordenadas principais para o cruzamento de 1993 está representada na **Figura 4**. O eixo 1, explica 94,53% da variação total dos dados e o eixo 2 representa 3,64%. Ao primeiro eixo estão mais associadas às classes de temperatura 12,1 - 14,0°C (-0,986) e 14,1 - 16,0°C (0,993). Já ao segundo eixo, as maiores correlações foram para as classes 16,1 - 18,0°C (-0,906) e 20,0 - 22,1°C (-0,850).

A partir do eixo 1 um grupo foi formado com as classes ‘área urbana’ e ‘solo exposto’,

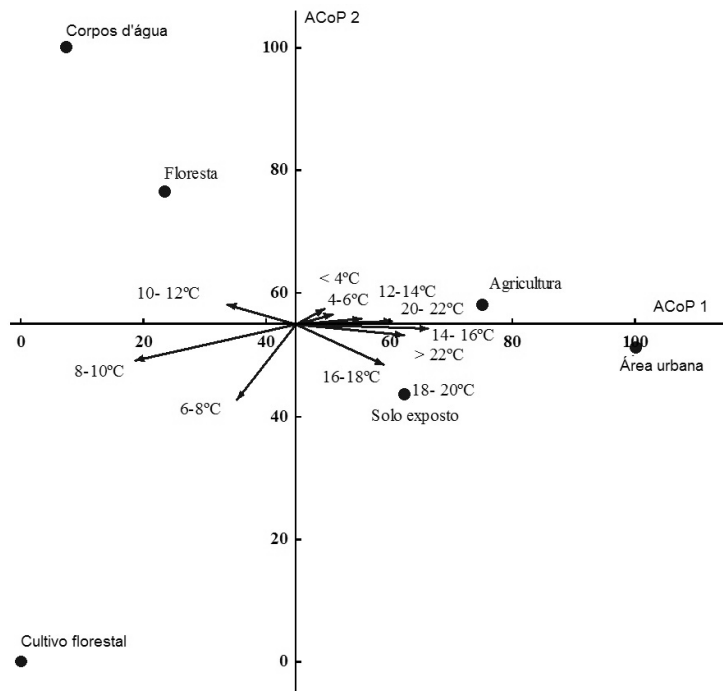


Figura 3 Diagrama de ordenação de classes de temperatura e do uso e cobertura da terra de Ponta Grossa (PR), em 1985

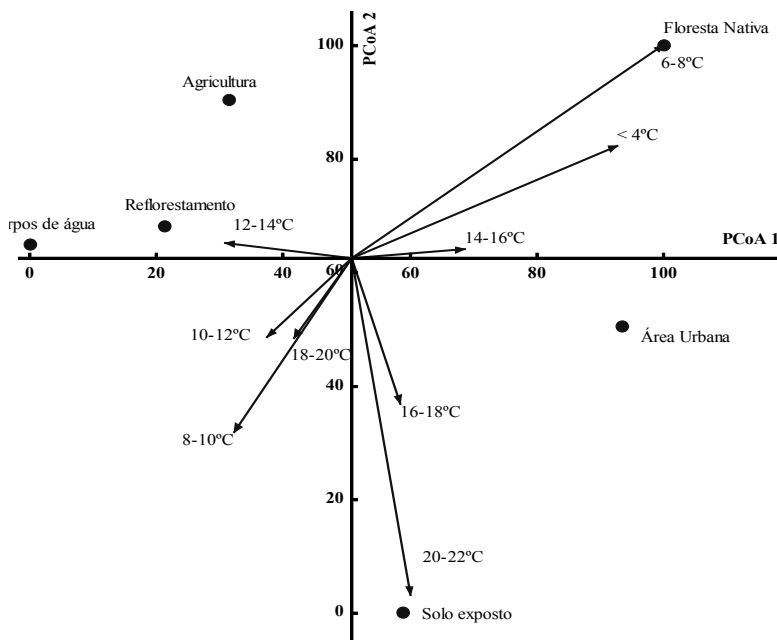


Figura 4 Diagrama de ordenação de classes de temperatura e do uso e cobertura da terra de Ponta Grossa (PR), no ano de 1993

demonstrando a semelhança dessas duas classes quanto aos valores de TST. No quadrante superior esquerdo observa-se que a classe ‘agricultura’ está mais associada à classe ‘cultivo florestal’ e ‘corpos d’água’, revelando que para este ano essas classes apresentaram valores de temperatura muito semelhantes, principalmente quanto às temperaturas de superfície compreendidas entre 12,1°C e 14,0°C, confirmado pelo valor de *loading* que foi de -0,986 para o eixo 1.

Na análise para o ano de 2004 (Figura 5), o eixo 1 explica 70,84% da variação total dos dados. Esse eixo está mais relacionado com as classes 16,1 - 18,0°C (0,97) e a classe 18,1 - 20,0°C (0,90). Já o eixo 2 explica 22,99% da variação, estando mais relacionado à classe 10,1 - 12,0°C (0,86).

Observou-se a formação de dois grupos principais, um deles é formado pelas classes

‘área urbana’, ‘solo exposto’ e ‘agricultura’. Essas classes estão mais correlacionadas ao eixo 1 e também às classes de TST com valores mais elevados, representados pelos vetores.

Na Figura 5 a classe 6,1 - 8,0°C aparente está relacionada à ‘área urbana’, entretanto, os valores dos *loadings* deste vetor (para os dois eixos) são baixos (0,59 e 0,52), mostrando que essa classe de temperatura não contribui para a ordenação e que a correlação entre essas duas classes é pouco significativa.

Considerando também os dados resultantes do cruzamento, observou-se uma pequena área com essa classificação (TST entre 6,1 e 8,0°C), com apenas 0,01% do total da ‘área urbana’ da imagem. Esse resultado dever ter ocorrido em virtude de um erro na classificação ou uma falha na imagem, ocasionando essa associação.

No quadrante superior esquerdo, a classe ‘corpos d’água’ mostrou-se menos correlacio-

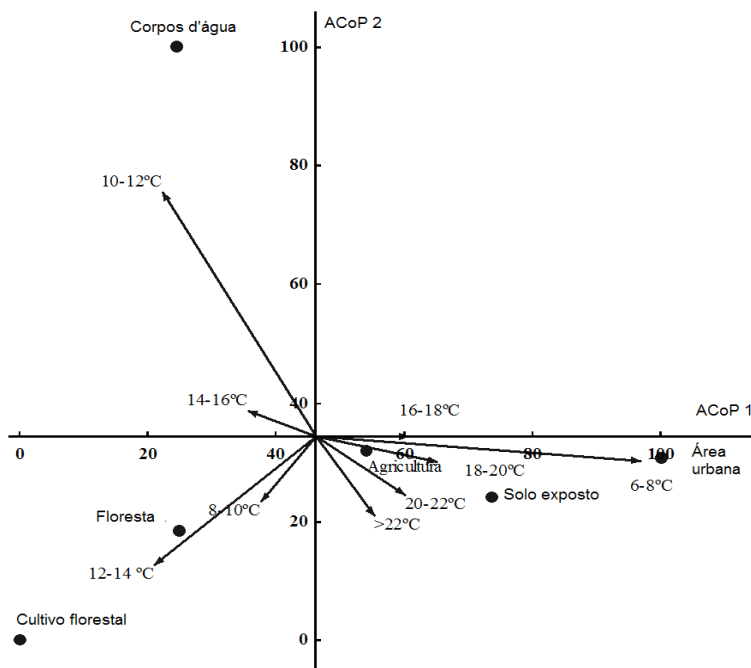


Figura 5 Diagrama de ordenação de classes de temperatura e do uso e cobertura da terra de Ponta Grossa (PR), no ano de 2004

nada às demais, com maior associação à classe 10 - 12°C, demonstrada pelo vetor. A análise de componentes principais também revelou uma correlação entre as classes 'floresta' e 'cultivo florestal' e a forte associação dessas à classe 12,1 - 14,0°C (-0,731).

Na análise do ano de 2009 nota-se que o eixo 1 representa 70,84% da variação total dos dados, ao qual estão mais correlacionadas as classes 06,1 - 08,0°C (-0,943) e 08,1 - 10,0°C (-0,904), conforme figura 6. O eixo 2 representa 23,04% da variação total dos dados, e apresentou maior correlação com a classe 12,1 - 14,0°C (0,68).

Nesse caso, a ACoP formou um agrupamento das classes 'área urbana', 'solo exposto' e 'agricultura e campo'. Também foi possível observar através dos vetores a associação dessas classes de uso às classes de TST que representam os valores mais altos registrados. Ainda a ACoP1, separa 'agricultura e campo'

de 'área urbana' e 'solo exposto', pois esta classe apresentou maior associação com as TST entre 10,1-12,0°C, com loading de 0,87.

Como observado na **Figura 6**, a ACoP demonstra a correlação entre as classes de 'cultivo florestal' e 'floresta'; ainda através dos vetores e dos valores de *loadings* foi possível confirmar a maior associação das TSTs de valores mais baixos à essas classes de uso e cobertura, com *loading* de -0,861 para TST 4,1 - 6,0°C e -0,943 para TST 6,1 - 8,0°C.

3.2 Análise multitemporal

As três classes de uso e ocupação representativas dos ambientes mais antropizados, 'área urbana', 'solo exposto' e 'agricultura e campo', apresentaram-se bastante semelhantes quanto aos valores de temperatura de superfície. As classes 'área urbana' e 'solo exposto' mostraram-se ainda mais semelhantes, estando estas duas classes sempre associadas aos valores

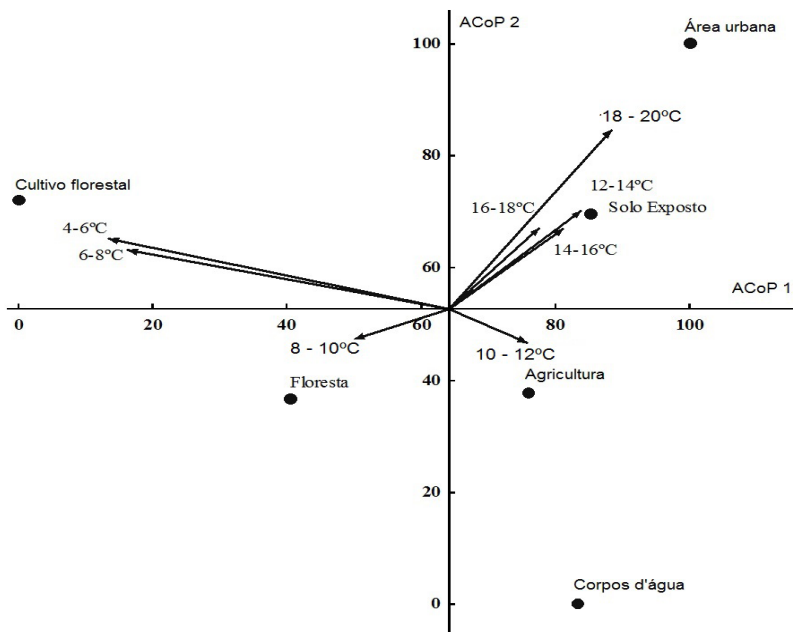


Figura 6 Diagrama de ordenação de classes de temperatura e do uso e cobertura da terra de Ponta Grossa (PR), no ano de 2009

mais altos de temperatura registrados em cada ano considerado.

Em todas as imagens analisadas foi possível observar que, de modo geral, as classes de 'floresta' e 'cultivo florestal' registraram temperaturas parecidas, sendo que a segunda apresentou maior ocorrência de áreas com temperaturas mais baixas do que a primeira. Isso pode ter ocorrido pelo fato de muitas áreas terem vegetação nativa degradada, com poucas espécies arbóreas, apresentando menor densidade e menor área de extensão. Já as áreas de reflorestamento possuem maior adensamento de espécies arbóreas e maior extensão, o que colaboraria para uma temperatura de superfície menor.

Malcom (1998), ao analisar os efeitos da fragmentação florestal sobre a temperatura da mesma, observou que fragmentos de floresta com áreas vizinhas com corte raso, tiveram alterações de temperatura próximo à borda. Quanto ao efeito da densidade da vegetação sobre a medição da Temperatura de Superfície da Terra (TST), Weng *et al.* (2004) relatam que *pixels* de uma imagem que não são ocupados unicamente por uma vegetação homogênea ou por solo exposto, têm em seus valores de TST uma mistura da temperatura do solo e da temperatura do dossel.

Os resultados de temperatura em relação às diferentes superfícies foram semelhantes aos resultados obtidos por Giongo (2008), em estudo realizado no município de Santa Rita do Passa Quatro (SP), com o objetivo de avaliar o balanço de radiação a partir de imagens *Lansat* 5. Nesse estudo as maiores temperaturas de superfície foram registradas em áreas descobertas ou de solo exposto e as menores temperaturas em áreas de maior cobertura vegetal e alagadas.

Com relação ao município de Ponta Grossa, observou-se uma elevação mais significativa dos valores de temperatura no ano de 2004, em que o menor valor de temperatura registrado estava entre 6,1 e 8,0°C, enquanto nos demais anos, mesmo que em baixa frequência, encontrava-se entre 4,1 e 6,0°C. O resumo das variações da temperatura de 1985 e 2004 das classes analisadas estão apresentadas na **Tabela 2**.

De 1985 a 2004 houve uma amplitude de 4°C entre as temperaturas mínimas e máximas mais representativas, na maioria das classes analisadas.

Ao analisar os registros de temperatura na cidade de Ponta Grossa (PR) de 1954 a 1996, Silva e Guetter (2003) observaram uma tendência de aumento nas temperaturas mínimas e uma redução nas temperaturas máximas. Segundo

Tabela 2 Variação dos valores de temperatura mínimos e máximos registrados em 1985 e 2004 no município de Ponta Grossa (PR)

Classes de uso	TST em 1985	TST em 2004
Área urbana	97,82 % → 10-16 °C	96,81 % → 14-20 °C
Solo exposto	77,84 % → 10-16 °C	82,27 % → 14-20 °C
Agricultura	88,44 % → 10-16 °C	83,71 % → 14-20 °C
Floresta	87,04 % → 8-14 °C	87,28 % → 12-18 °C
Cultivo florestal	91,64 % → 8-14 °C	88,63 % → 12-18 °C
Corpos d'água	89,98 % → 8-14 °C	70,50 % → 14-18 °C

esses autores, o fato pode estar associado às modificações regionais na nebulosidade que interfere na quantidade de radiação de ondas longas que é emitida para o espaço, contribuindo para o aumento das temperaturas mínimas.

No ano de 2009 uma redução nos valores de temperatura de superfície foi observada para todas as classes de uso e cobertura da terra. Ao considerar as condições meteorológicas do dia do registro da imagem (**Tabela 2**), nota-se que a temperatura máxima registrada nesse dia foi consideravelmente inferior aos demais dias analisados, gerando uma temperatura média de 13,8°C, uma diferença de 5°C da temperatura média de 2004.

Em 2004 também houve um registro de precipitação de 4,6 mm, que pode ter interferido no valor da radiação através na composição dos gases da baixa atmosfera, principalmente quanto a seu teor de umidade. No entanto, mesmo com valores de temperaturas inferiores, os padrões nas relações entre temperatura e uso e cobertura da terra se manteve como nos demais anos, com maiores valores de TST registrados para as classes mais antropizadas e temperaturas menores nas áreas com cobertura vegetal. Essa relação pode ser constatada através dos resultados da ACop (**Figura 6**).

Os dados analisados e comprovados pela estatística ACop indicaram ser possível identificar e caracterizar áreas de maior temperatura de superfície fornecendo informações que podem ser utilizados na busca de melhorias quanto ao conforto térmico e economia de energia, por exemplo. Uma medida a ser tomada a partir de tais informações, segundo Berdahl e Bretz (1997), seria aumentar a reflexão solar ou a emissão de infravermelho, reduzindo assim a temperatura da superfície exterior.

4. Conclusões

A partir dos mapas temáticos de uso e cobertura da terra observou-se que as alterações ao longo dos anos foram referentes às proporções das áreas, principalmente da área urbana que apresentou crescimento de 9 km².

Os mapas de temperatura da superfície demonstraram que no decorrer dos anos nota-se uma tendência na elevação da temperatura, porém com resultados distintos para o último ano analisado. Nesse crescimento, tanto o aumento das temperaturas mínimas foi observado como o aumento das temperaturas máximas.

O cruzamento dos planos de informações gerou polígonos com informações de área, combinando as classes de uso e cobertura com as classes de temperatura de superfície, o que tornou a análise das relações uso e cobertura X temperatura muito mais precisas do ponto de vista espacial.

A análise de coordenadas principais comprovou que há diferença significativa entre a temperatura de superfície em função dos diferentes usos e coberturas da terra e os diagramas de dispersão indicaram a formação de dois grupos principais quanto à diferença de temperatura. Em um dos grupos encontram-se as classes mais antropizadas, como áreas de ocupação urbana e áreas com desenvolvimento de atividades agrícolas, associadas às temperaturas mais elevadas. No outro, as áreas com coberturas vegetais, associadas às temperaturas mais baixas.

A análise multitemporal do uso e cobertura da terra e dos valores de temperatura de superfície no município de Ponta Grossa (PR) mostrou-se eficiente na identificação das áreas de temperaturas mais elevadas.

Os resultados deste trabalho associados a outras informações, como o estudo mais de-

talhado de áreas impermeabilizadas, podem auxiliar no planejamento da ocupação de novas áreas e no desenvolvimento de ações para melhoria das áreas já ocupadas, no sentido de atenuar os efeitos negativos quanto ao uso e ocupação da terra de forma desordenada associado às modificações no clima urbano.

A ACop indicou claramente uma distinção dos padrões de temperatura de superfície associada ao uso e cobertura do solo e como esse uso está sendo alterado por ações antrópicas, essa temperatura tende a se elevar em virtude dos tipos de materiais usados no processo.

5. Referências citadas

- ANDRADE, A. R.; POTTKER, G. S.; OLIVEIRA-FILHO, P. C. & A. L. F. MACHADO. 2013. "Influence of land use on urban climate of a small town". *Acta Scientiarum Technology*, 35(2): 349-361.
- BERDHAL, P. & S. E. BRETZ. 1997. "Preliminary survey of the solar reflectance of cool roofing materials". *Energy and Buildings*, 25(2): 149-158.
- COSTA, C. e A. R. ANDRADE. 2015. "Gênese e evolução das temperaturas mínimas absolutas na região Centro-Sul do Paraná: A influência da dinâmica atmosférica e do relevo local". *Boletim Goiano de Geografia*, 35(3): 452-471.
- GIONGO, P. R. 2008. *Estimativa no balanço de radiação com técnicas de sensoriamento remoto e dados de superfície*. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Brasil. Dissertação.
- GOWER, J. C. 1966. "Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis". *Biometrika*, 53: 325-338.
- GUILLÉN, C.; MURUGAN, V. y M. DÁVILA. 2015. "Aplicación de teledetección y SIG para el levantamiento cartográfico de los suelos de la cuenca Solani, India". *Revista Geográfica Venezolana*, 56(2): 185-204.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) / PROCESSAMENTO DE IMAGENS (DPI). Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/DPI/>
- KAWASHIMA, S.; ISHIDA, T.; MINOMURA, M. & T. MIWA. 2000. "Relations between surface temperature and air temperature on a local scaleduring winter nights". *Journal of Applied Meteorology*, 39: 1.570-1.579.
- KLEIN, S. A.; SODEN, B. J. & N. LAU. 1999. "Remote Sea Surface Temperature Variations during ENSO: Evidence for a Tropical Atmospheric Bridge". *American Meteorological Society. Journal of Climate*, 12: 917-932.

- MALCOM, J. R. A. 1998. "Model of conductive heat flow in forest edges and fragmented landscapes". *Climactic Change*, 39: 487-502.
- MCCUNE, B. & M. J. P. C. MEFFORD. 2011. *Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 6.0MjM Software, Gleneden Beach. Oregon, USA.
- PADILHA, R. C. B. L. A. e M. L. N. O. KURDJIAN. 1996. "Aplicação da técnica de segmentação em imagens HRV/SPOT para discriminação dos vazios urbanos". *Investigaciones Geográficas Boletín*, 5: 93-103.
- SILVA, M. e A. GUETTER. 2003. "Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná". *Terra livre*, 1(20): 111-126.
- SISTEMA METEOROLOGICO DO PARANÁ (SIMEPAR). 2014. Disponível em: <http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/home>.
- SOUZA, S. B. e L. G. FERREIRA JÚNIOR. 2012. "Relação entre temperatura de superfície terrestre, índices espectrais e classes de cobertura da terra no município de Goiânia (GO)". *Revista RA´E GA – O Espaço Geográfico em Análise*, 26: 75-99.
- SOUZA, S. B. e L. G. FERREIRA. 2012. "Análise da temperatura de superfície em ambientes urbanos: um estudo por meio de sensoriamento remoto no município de Goiânia, Goiás (2002-2011)". *Confins (Paris)*, 15. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/7631> ; DOI : 10.4000/confins.7631.
- SOUZA, J. D. e B. B. SILVA. 2005. "Correção atmosférica para temperatura da superfície obtida com imagem TM - Landsat 5". *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(4): 349-358.
- TAKAHASHI, K.; YOSHIDA, H.; TANAKA; Y.; AOTAKE, N. e F. WANG. 2004. "Measurement thermal environment in Kyoto city and its prediction by CFD simultion". *Energy and Buildings*, 36: 771-779.
- WENG, Q.; LU, D. & J. SCHUBRING. 2004. "Estimation of land surfasse temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies". *Remote Sensing of Environmental*, 89: 467-483.