
ESTUDO DA IDENTIFICAÇÃO DE TELHADOS DE CERÂMICA EM IMAGEM DE SATÉLITE DE ALTA RESOLUÇÃO NA CIDADE DE ITAQUITINGA-PE

NATHALIA ROSE SILVA DA PURIFICAÇÃO¹

RENATA MIRANDA DA SILVA²

PRICILA ALVES DA SILVA³

ANA LÚCIA BEZERRA CANDEIAS⁴

^{1 2 3} Curso de Engenharia Cartográfica

⁴ Departamento de Engenharia Cartográfica, Recife, PE.

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Centro de Tecnologia e Geociências - CTG

¹nathaliarosesilva@gmail.com, ²eng.renatamiranda@gmail.com, ³pricila.cartografica@gmail.com, ⁴analucia@ufpe.br

RESUMO - Um dos objetivos principais do processamento digital de imagens é o de distinguir e identificar as composições de diferentes materiais superficiais, fato esse que só é possível devido ao comportamento específico dos alvos ao longo do espectro eletromagnético. Este trabalho tem o objetivo de estudar algumas técnicas de processamento de imagem para classificação de telhados de cerâmica em imagem de satélite de alta resolução, realizando um estudo de caso no município de Itaquitanga – PE, visando avaliar seus resultados e contribuir para que futuras inferências possam ser realizadas a partir desses processamentos, principalmente na área de cadastro territorial. Todo o processamento digital dos dados foi desenvolvido no software SPRING, versão 5.3.

ABSTRACT - One of the main objectives of digital processing of images is to distinguish and identify the compositions of different superficial materials, this fact is possible due only to the specific behavior of targets over of electromagnetic spectrum. This work aims to study some image processing techniques for ceramic tile classification in high-resolution satellite image, performing a case study in the city of Itaquitanga - PE, to evaluate its results and contribute to future inferences that can be made from these processing, especially in the land registry area. All digital data processing was developed in the SPRING software, version 5.3.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo utiliza as técnicas de processamento de imagem com o objetivo de identificar telhados de cerâmica (barro/argila) em imagens de alta resolução.

As técnicas de razão de bandas, fatiamento, transformação por componentes principais, transformação IHS e classificação por máxima verossimilhança usadas nesse artigo podem ser vistas em Schowengerdt (1980) e Crósta (1992). Por outro lado informações sobre o comportamento espectral dos alvos pode ser obtido em Novo (1997).

Utilizou-se como caso de estudo uma pequena área do município de Itaquitanga no Estado de Pernambuco, verificando se estas apresentam bons resultados para o tema proposto.

É feita aqui a identificação de telhados a partir do trabalho de Pinho, Ummus e Novack (2010) a partir de razão de bandas. Já Oliveira e Candeias (2008) mostram como a transformação IHS, componentes principais e Máxima Verossimilhança respondem na identificação dos telhados de cerâmica.

Na análise aqui desenvolvida foi possível diferenciar telhados novos de telhados antigos. Isto pode sugerir ao gestor municipal sobre novas construções e auxiliar na análise *in loco* para alteração de área construída.

2 METODOLOGIA DO TRABALHO

A metodologia (Figura 1) adotada para o desenvolvimento do trabalho é dividida nas etapas de: obtenção da imagem, leitura dessa imagem, processamento (razão de bandas, transformação por componentes principais, transformação IHS e classificação por máxima verossimilhança) e comparação visual dos resultados.

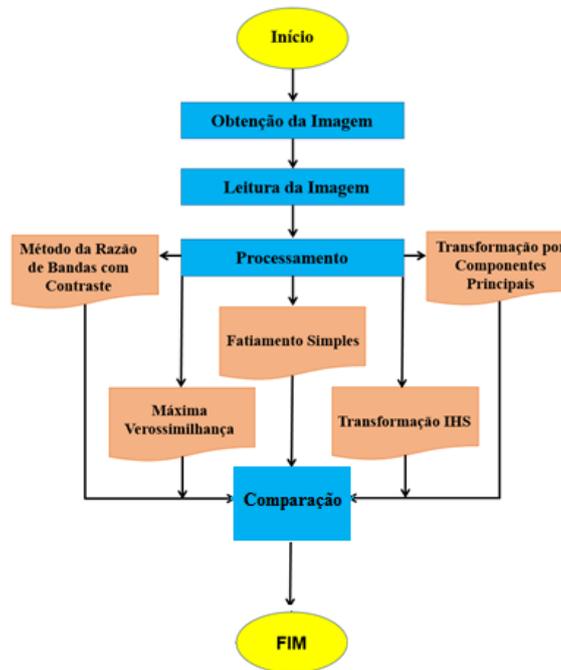


Figura 1 – Fluxograma das etapas do trabalho.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO ESCOLHA DA IMAGEM

O município de Itaquitinga encontra-se localizado a 86,2 km de Recife-PE, a uma latitude 07°40'04"S e a uma longitude 35°06'06"W (Figura 2), estando a uma altitude de 88 metros. O município abrange uma área de 103,442 km² e, de acordo com o IBGE (2016) contava com uma população estimada em 2014 de 16.696 habitantes.

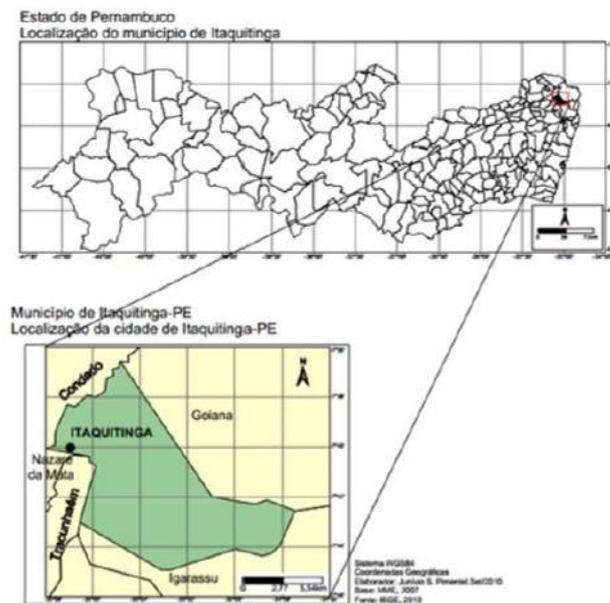


Figura 2- Localização do município de Itaquitinga/PE.
 Fonte: Pimentel e Carneiro (2012).

Foi utilizada uma imagem de um projeto de extensão desenvolvido pelo Laboratório de Cadastro da UFPE (LaCad) no período de 2011 e 2012, cujo principal objetivo era a estruturação do cadastro territorial do município de Itaquitinga-PE. A imagem foi cedida pelo coordenador do laboratório (Figura 3), no entanto, a mesma não acompanhava suas especificações técnicas que são de suma importância para a realização de qualquer trabalho na área de processamento de imagens. Porém, supõe-se que proceda do satélite GEOYE e como era a única disponível que permitia a visualização dos telhados de forma nítida, escolheu-se utilizá-la, já que infelizmente, o não conhecimento da procedência de dados e informações em prefeituras de pequeno porte é algo que acontece frequentemente.



Figura 3 – Imagem de satélite de alta resolução reduzida do município de Itaquitinga –PE.
Fonte: LaCad/UFPE.

Para os experimentos, foi usado um recorte da imagem apresentado na Figura 4. Nesse recorte é possível ver os telhados de cerâmica, outros tipos de telhados, as ruas, árvores, terrenos baldios e muros.



Figura 4 – Recorte da área do município utilizada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Classificação pelo método da razão de bandas com aplicação de contraste

Na identificação de telhados, Pinho, Ummus e Novack (2010) apresentam que as telhas de cerâmica possuem uma resposta elevada na banda do vermelho e valores baixos na banda do azul. Deste modo, reproduziu-se o experimento realizado em seu trabalho, onde a banda do vermelho foi dividida pela banda do azul para que este fato fosse evidenciado. No entanto, verificou-se que apenas com a divisão de bandas, para este caso, a imagem resultante só

exibiu ruídos. Deste modo, foi aplicado contraste na mesma e os resultados obtidos com essa operação podem ser visualizados na Figura 6.



Figura 6 – Área analisada com razão de bandas.

Analisando os resultados verificamos que a imagem (a), resultante da composição colorida RGB (*Red, Green, Blue*, do inglês), apresentou alguns ruídos (ver as setas). Na imagem (b) observa-se três classes de telhado: em verde, os telhados mais novos; em azul, os telhados que já se encontram um pouco desgastados e em vermelho, os telhados mais velhos, àqueles que já se encontram bem escurecidos. Na imagem (c) os telhados novos tiveram um maior realce e os mais velhos ficaram aproximadamente em um mesmo tom de cinza, podendo, inclusive, serem confundidos com os pixels do asfalto.

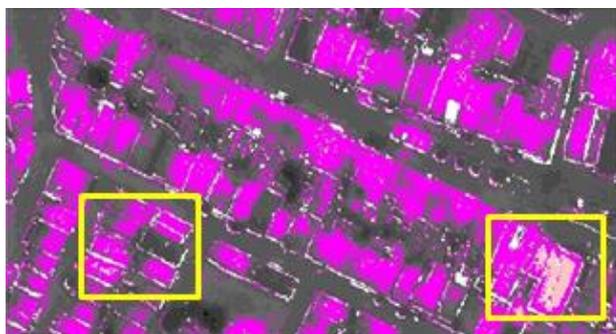
4.2 Classificação por fatiamento simples

O fatiamento consiste em uma técnica de classificação simples sendo utilizada em uma única banda espectral por vez. Esse método baseia-se em realçar os pixels cujas intensidades situam-se dentro de um intervalo específico. Neste trabalho, a técnica foi aplicada nas imagens da razão com contraste linear e a da banda do vermelho, tendo em vista que

o número digital dos pixels correspondentes às telhas cerâmicas nessas duas imagens estava em um intervalo bem definido. Os resultados desta operação podem ser visualizados na Figura 7.



(a) composição colorida da imagem verdadeira



(b) fatiamento na razão de bandas



(c) fatiamento na banda do vermelho

Figura 7 – Processamento de imagem na área com fatiamento.

Analisando as imagens, observa-se que o fatiamento na imagem da razão apresentou um resultado melhor do que o fatiamento na banda do vermelho. Pode-se verificar na imagem (b) que tanto os telhados mais claros quanto os escuros foram destacados graças aos dois intervalos escolhidos para serem utilizados no procedimento. Porém, o mesmo não acontece na imagem (c), onde apenas os telhados mais escuros foram classificados. Esta constatação pode ser explicada pelo fato de não ter sido possível utilizar dois intervalos na classificação desta imagem, pois, ao fazer isso, outros alvos eram também realçados, o que prejudicava o resultado final. Pode-se comparar nas imagens (b) e (c) as regiões destacadas em amarelo que os telhados mais novos não foram classificados na banda do vermelho.

4.3 Classificação utilizando transformação por componentes principais

A transformação por principais componentes é uma técnica de realce que reduz ou elimina a correlação entre bandas de imagens multiespectrais. Segundo Crósta (1992), duas imagens são ditas correlacionadas quando dada a

intensidade de um determinado pixel em uma delas, pode-se deduzir com razoável aproximação a intensidade do pixel correspondente na outra imagem. As causas dessa correlação são variadas, mas a principal delas é o sombreamento topográfico que tende a afetar todas as bandas da mesma maneira.

Nesta transformação, dado um número de bandas de entradas, será produzido o mesmo número de imagens de saída, cada uma com nenhuma correlação entre si, de modo que as informações comuns em diferentes bandas são concentradas em uma única banda. Este conjunto de imagens de saída, chamadas de Principais Componentes (PCs), tem como característica principal o fato de cada PC sucessora terá menos informações que sua predecessora. Deste modo, a PC1 contará com as informações comuns a todas as bandas (será normalmente a imagem pancromática); a PC2 irá conter a feição espectral mais significativa e as PCs de ordem mais altas irá conter as feições menos insignificantes. Os resultados desta operação podem ser visualizados na Figura 8.

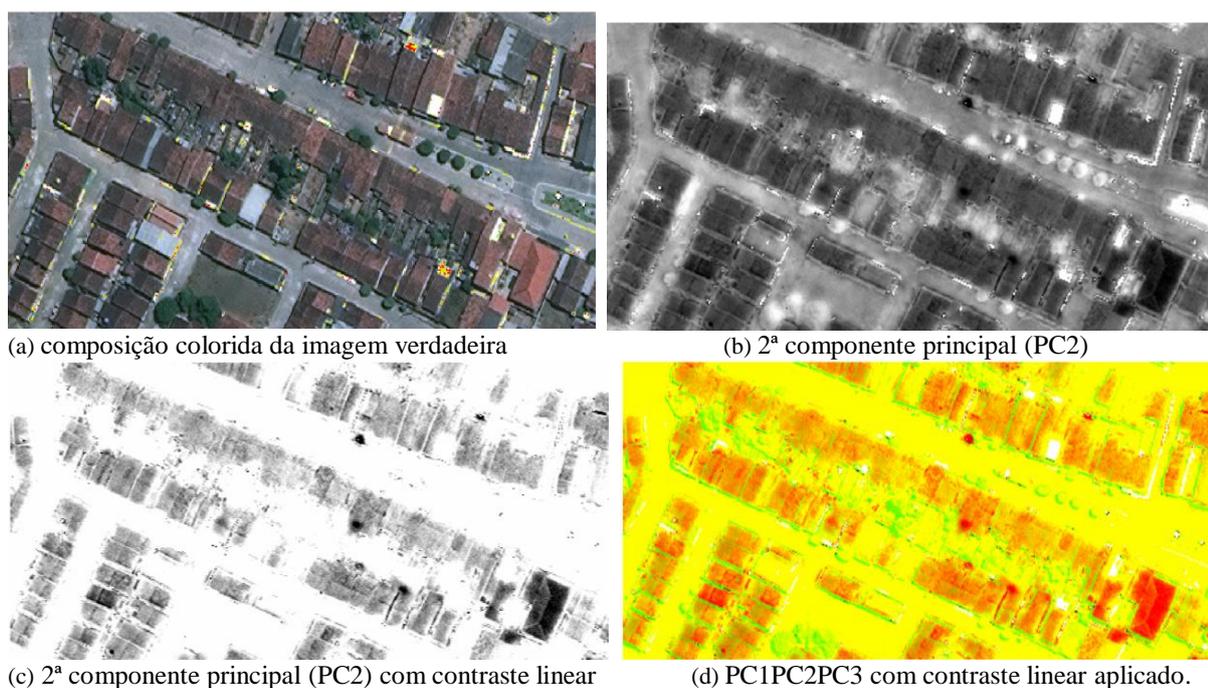


Figura 8 – Resultados dos processamentos.

Analisando os resultados obtidos constatou-se que a componente que contém as informações relativas aos telhados é a 2ª PC apresentada na imagem (b), onde os pixels que correspondem aos telhados são mais escuros. Em (c) aplicou-se contraste linear no intervalo de número digital de 0 a 98, realçando, deste modo, os pixels mais escuros da 2ª PC, aqui, observou-se que quanto mais novo o telhado, mais destaque ele ganha na classificação; Já na imagem (d) aplicou-se um contraste linear à imagem da composição RGB das componentes principais no mesmo intervalo citado anteriormente, obtendo os telhados reunidos em uma única classe representada em vermelho

4.4 Classificação supervisionada por máxima verossimilhança

Os algoritmos de classificação supervisionada utilizam conhecimento “a priori” sobre as áreas de interesse. Este conhecimento é utilizado para fornecer amostras de treinamento confiáveis para o algoritmo e assim permitir a classificação com base na distribuição de probabilidade da classe, com base no treinamento (SCHOWENGERDT, 1980; CRÓSTA, 1992). Diante disto, coletou-se amostras de telhado na imagem RGB original compreendendo as três variedades de telhado de cerâmica presentes na mesma: telhado novo, desgastado e os velhos, mais escurecidos. O resultado deste processamento pode ser visualizado na Figura 9.



Figura 9 – Classificação por máxima verossimilhança

Analisando a imagem (b), constatamos que o resultado desta classificação considerou tanto os telhados novos quanto os mais velhos. Isto foi possível devido à diversidade das amostras coletas no treinamento, totalizando um número de 10 amostras. Pode-se observar também, em amarelo, que três pequenas edificações no canteiro central da Avenida foram também classificadas. Poucos pixels do asfalto foram classificados como telhados, mas este número é aceitável, já que se considerou um limiar de aceitação de 99,9%.

4.5 Classificação utilizando transformação IHS

O espaço IHS é um espaço de representação de cores no qual as mesmas são definidas por três atributos básicos:

1. Intensidade (*Intensity* – I): é o que dá a sensação de brilho da energia incidente sobre o olho. Medida da energia total envolvida em todos os comprimentos de onda.
2. Matiz (*Hue* – H): é o que define a cor do objeto. Medida do comprimento de onda médio da luz que o objeto reflete ou emite.
3. Saturação (*Saturation* – S): expressa o grau de pureza espectral da cor. um alto valor de saturação resulta em uma cor espectralmente pura, enquanto que um baixo valor indica uma mistura de comprimentos de ondas que irá produzir tons pastéis (apagados).

Neste espaço existe a possibilidade de analisar e manipular os atributos individualmente, ao contrário do espaço RGB, onde as cores são representadas em quantidades de três cores primárias que estão intrinsecamente interligadas.

A transformação IHS é realizada a partir de três bandas que contenham informações espectrais de interesse. Na Figura 10, apresenta-se os resultados desta classificação. Analisando os resultados obtidos nessa figura percebe-se que na imagem (b), referente à banda H da transformação IHS, alguns telhados deixaram de ser classificados e que os mais novos tiveram melhor representação na classificação. Isso ocorre devido ao fato da cor vermelha (que corresponde aos telhados mais novos) ser representada no atributo H do espaço trabalhado. Já o resultado obtido com a composição colorida IHS (c) não se mostrou satisfatório, pois os telhados mais antigos (mais escurecidos) e a vegetação ficaram indicados em um tom muito parecido de verde, podendo, desta forma, serem confundidos.



(a) composição colorida da imagem verdadeira



(b) banda H



(c) composição IHS

Figura 8: Resultado com a transformação IHS

5 CONCLUSÕES

O conhecimento do comportamento espectral dos alvos pode auxiliar na extração de feições. Verificou-se que a partir do conhecimento do comportamento espectral das telhas cerâmicas é possível realizar uma classificação das mesmas em imagens de satélites de alta resolução e que esse domínio pode ser utilizado como uma ferramenta, por exemplo, no que diz respeito ao monitoramento do cadastro de uma cidade, se estendido para os demais materiais de telhas disponíveis no mercado, dado a multiplicidade de tipos de coberturas que podem ser encontradas em uma região.

Foram utilizadas as técnicas de razão de bandas, fatiamento, transformação por componentes principais, transformação IHS e classificação por máxima verossimilhança e usou-se como caso de estudo uma pequena área do município de Itaquitanga no Estado de Pernambuco.

Os trabalhos de Pinho, Ummus e Novack (2010) e Oliveira e Candeias (2008) são caminhos para identificação dos telhados de cerâmica e foram usados neste artigo. Observou-se que foi possível diferenciar telhados novos de

telhados antigos. Isto pode sugerir ao gestor municipal sobre novas construções e auxiliar na análise *in loco* para alteração de área construída.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a docente do Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE, e ao LAINFO (Laboratório de Processamento de Imagem).

REFERÊNCIAS

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP, 1992. 170p.

IBGE. **Cidades@**. Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=260780&search=||info%EFicos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em: 20 de mai. 2016.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto Princípios e Aplicações**. Editora Edgard Blucher LTDA. 2ª edição, São Paulo, SP, 1998. 296p.

OLIVEIRA, R. N. Q.; CANDEIAS, A. L. B. **Extração de Telhados de Barro em Imagens de Alta Resolução**. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, PE, 2004.

PIMENTEL, J.S. ; CARNEIRO, A. F. T. . **Cadastro Territorial Multifinalitário em município de pequeno porte de acordo com os conceitos da Portaria N.511 do Ministério das Cidades**. RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online), v. 64, p. 201-212, 2012.

PINHO, C.M.D.; UMMUS, M. E. & NOVACK, T. **Extração de Feições Urbanas em Imagens de Alta Resolução Espacial a Partir do Estudo do Comportamento Espectral dos Alvos**. Revista Brasileira de Cartografia (2011) No 63/4, p. 439-448. Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. ISSN: 1808-0936.

SCHOWENGERDT, R.A. **Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing**. Academic Press, London, 1980.