

CAPÍTULO 6

DETECÇÃO DE ÁREAS AGRÍCOLAS COM IRRIGAÇÃO POR PIVÔ CENTRAL USANDO SENSORIAMENTO REMOTO E VISÃO COMPUTACIONAL

DOI: [http:// dx.doi.org/10.18616/plansus06](http://dx.doi.org/10.18616/plansus06)

Fernando Basquiroto de Souza

Anderson Luis Ruhoff

VOLTAR AO SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural limitado e dotado de valor econômico, a qual deve ser gerida de forma a garantir que seus diferentes usuários tenham acesso a ela, assim como, em situações de escassez, deverá ser priorizado o seu uso para consumo humano e dessedentação de animais (BRASIL, 1997).

Embora haja sua priorização para abastecimento humano e animal, a agricultura por irrigação é responsável por 52% de sua demanda em nível nacional, como também pelos maiores consumos de água nas regiões Sul, Nordeste e Centro-Oeste, sendo que na região Sudeste se estima que a agricultura irrigada superará os outros usos no ano 2020 (ANA, 2019).

Dessa forma, para acompanhar e gerenciar o crescimento da agricultura irrigada e outros usos do solo (que também demandam água) em um determinado local (como um município ou bacia hidrográfica), realizar o mapeamento do uso do solo pode garantir que todos os usos múltiplos da água sejam atendidos. Nos últimos anos, esse tipo de mapeamento vem impactando positivamente as áreas de gestão e planejamento territorial, principalmente em função da redução de custos e facilidade de aquisição de imagens aéreas devido às novas tecnologias de sensoriamento remoto (ROGAN; CHEN, 2004).

Mesmo assim, o mapeamento de uso do solo de forma sistemática por meio de classificadores (supervisionados ou não supervisionados) tem suas vantagens e desvantagens. Classificadores supervisionados precisam de uma amostra de cada classe de uso do solo para poderem mapear a imagem aérea como um todo, enquanto os classificadores não supervisionados irão separar grupos por meio das estatísticas da imagem (ROGAN; CHEN, 2004).

Em locais onde há uma similaridade entre os *pixels* das classes a serem mapeadas, tais classificadores apresentam bons resultados, porém, em locais como áreas urbanas, áreas com vegetação esparsa e áreas com agricultura irrigada ou, ainda, imagens que apresentam ruídos e sombras, a classificação se torna dificultosa, sendo necessários novos métodos para a sua classificação (SCHOWENGERDT, 2006).

Nesse sentido, é possível utilizar as técnicas relacionadas à visão computacional, permitindo agregar novas ferramentas ao geoprocessamento de imagens aéreas. A visão computacional é um ramo interdisciplinar que busca fornecer a percepção visual humana (detecção de objetos, contagem, noção de diferentes dimensões) para que computadores possam interpretar imagens e vídeos (SZELISKI, 2010).

A interpretação de imagens e vídeos é realizada por meio da utilização de diferentes métodos, sendo que uma dessas técnicas é a Transformada de Hough, a qual é utilizada para a detecção de feições específicas, como linhas, círculos e elipsoides (DAVIES, 2018).

A Transformada de Hough funciona considerando-se os pontos no plano xy (referentes à equação linear do tipo $y = ax + b$) no qual, ao plotarmos os valores de x e y no plano ab , os valores referentes à mesma linha estarão se cruzando. Da mesma forma como é aplicado para linhas, a Transformada de Hough também pode ser utilizada para a detecção de círculos por meio da equação $(x - c_1)^2 + (y - c_2)^2 = c_3^2$, sendo que as intersecções dos coeficientes (c_1 , c_2 e c_3) são apresentadas em um ambiente de três dimensões (GONZALEZ; WOODS, 2008).

Desse modo, considerando-se a forma geométrica particular das áreas agrícolas irrigadas por pivô central (*i.e.* círculo) e a dificuldade em detectá-las com técnicas convencionais de classificação no geoprocessamento, será avaliada a eficiência da Transformada de Hough para círculos na detecção dessas áreas irrigadas em imagens aéreas.

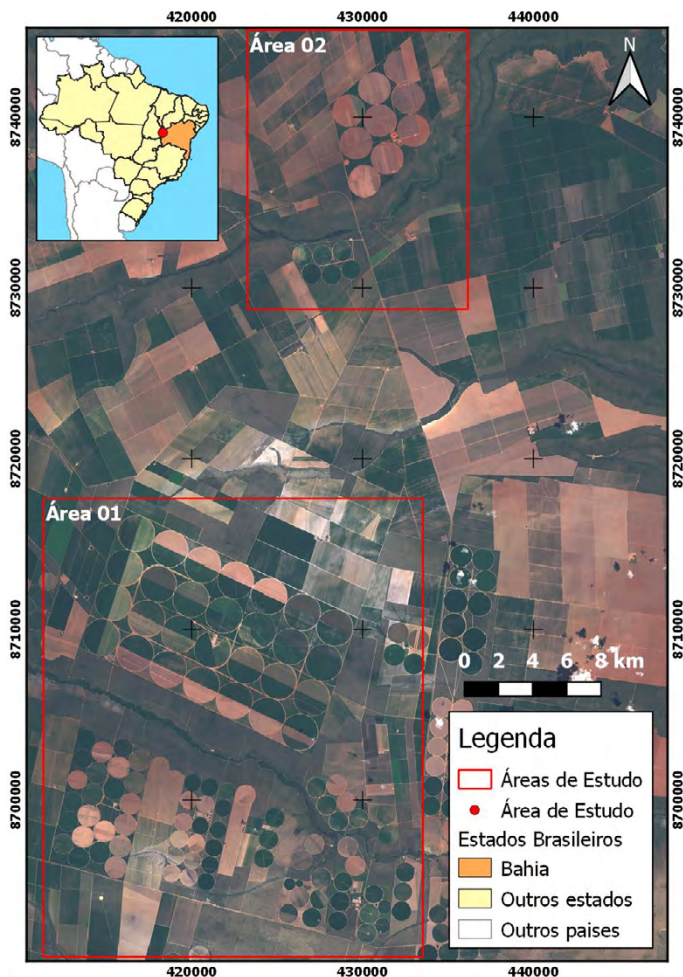
METODOLOGIA

A área de estudo encontra-se situada no interior do estado da Bahia, onde há o predomínio de irrigação por pivôs centrais (mais de 30.000 ha de área em municípios como Barreira e São Desidério), conforme aponta a Agência Nacional de Águas – ANA (2019).

Nessa região, foram selecionados dois fragmentos de imagens aéreas da missão Sentinel 2, sendo que a Figura 1 apresenta a localização deles com a respectiva imagem aérea adotada no fundo.

As imagens da missão Sentinel 2 foram usadas em função das suas características (como alta frequência de visita e imagens de alta resolução), do objetivo da missão (tal como monitoramento do uso do solo) e da facilidade de acesso (ESA, 2015).

Figura 1 - Localização das áreas selecionadas para a aplicação da técnica proposta



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Após realizar o recorte da imagem aérea, foi utilizada a biblioteca OpenCV¹ com a linguagem de programação *Python* para rodar a ferramenta Transformada de Hough para círculos (função *Hough Circles*) na detecção de áreas de agricultura com irrigação por pivô central.

Na biblioteca OpenCV, a Transformada de Hough para círculos apresentou os seguintes parâmetros: Imagem de entrada (*Imagem*); Método de detecção (*Método*); Razão inversa da resolução (*Razão*); Distância mínima entre os centros detectados (*dm*); Limite superior do detector de bordas de Canny (*param1*); Limite para a detecção de círculos (*param2*); Raio mínimo para a detecção (*rmin*) e raio máximo para a detecção (*rmax*) (ROSEBROCK, 2014; OPENCV, s.d.). A Tabela 1 apresenta os valores adotados para cada um dos parâmetros listados acima.

A avaliação da eficiência do método se deu pela contagem de quantas áreas foram corretamente detectadas e quantas foram marcadas incorretamente.

Tabela 1 - Parâmetros e valores adotados na função Hough Circles da biblioteca OpenCV

Parâmetro	Área 01	Área 02
Imagem	Area01_CPIS.tif	Area02_CPIS.tif
Método	HOUGH_GRADI ENT	HOUGH_GRADI ENT
Razão	1,2	1,0
dm	Nº de Colunas / 32	Nº de Colunas / 16
param1	100	50
param2	50	30
rmin	20	50
rmax	125	100

Fonte: Elaborada pelos Autores (2019).

1 Biblioteca livre para a aplicação de diferentes módulos de visão computacional.

RESULTADOS

Antes de executar a função para detecção de círculos, alguns processos de tratamento foram aplicados às imagens, tais como conversão para escala de cinza (a função *Hough Circles* só trabalha com imagens em tons de cinza) e aplicação de desfoque mediano (para reduzir mudanças abruptas existentes na imagem que poderiam prejudicar a análise). O resultado desses procedimentos é apresentado na Figura 2.

A Área 01 contém 114 áreas irrigadas com pivôs centrais com diferentes tonalidades, provavelmente em função dos cultivos praticados e dos estágios nos quais eles se encontram. Dessas 114 áreas, 107 foram detectadas, sendo que apenas dois círculos foram assinalados incorretamente e sete áreas não foram marcadas.

Na Área 02, todas as 15 áreas irrigadas com pivôs centrais foram detectadas corretamente, isso em função dos tamanhos semelhantes dessas áreas, facilitando na configuração dos parâmetros da função *Hough Circles*.

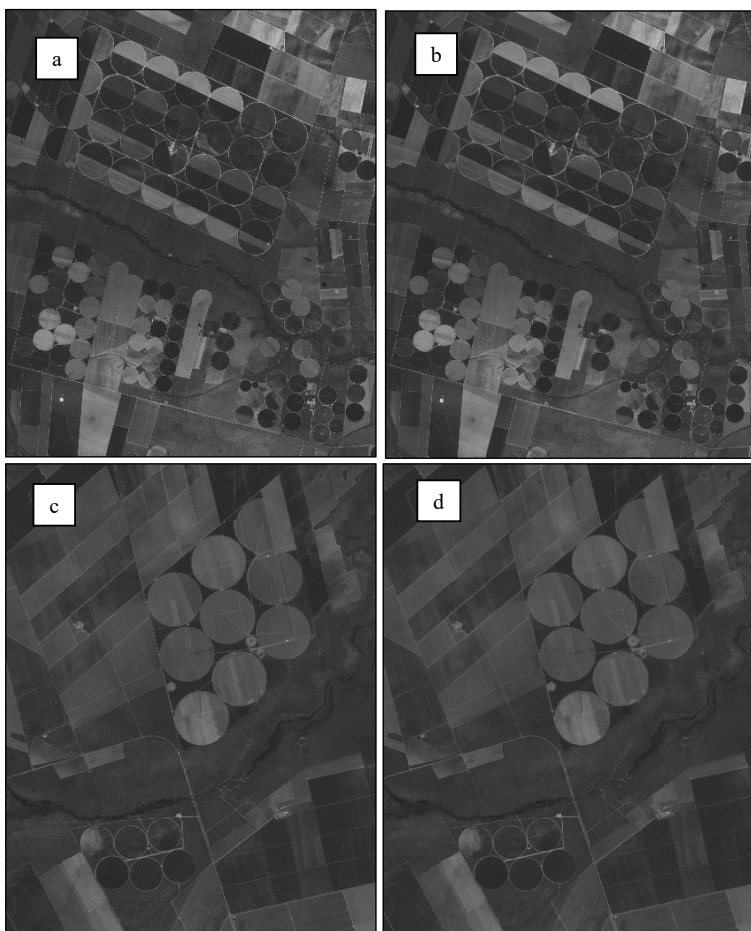
A Figura 3 e a Figura 4 apresentam os resultados obtidos para as Áreas 01 e 02. Assim, para a Área 01, foi obtido um percentual de detecção correto de 93,86%, e para a Área 02, um percentual de 100%. Os resultados se mostraram promissores, sendo que testes em áreas maiores e com outros parâmetros de avaliação podem ser desenvolvidos. Tal técnica se mostrou interessante, pois possibilita sistematizar o mapeamento dessas áreas e agregá-la a outras técnicas de geoprocessamento.

Alguns autores como Schmidt *et al.* (2004), Sano *et al.* (2005) e Ferreira *et al.* (2011) realizaram esse tipo de levantamento, porém não fizeram uso de técnicas que permitissem automatizar o processo, utilizando interpretação visual de imagens aéreas.

Já os autores Zhang *et al.* (2018) utilizaram técnicas mais avançadas, aplicando redes neurais convolucionais para localizar automaticamente sistemas de irrigação por pivô central nos EUA, usando imagens *Landsat*. Diferentes estruturas foram usadas para detectar tais sistemas em uma área de 20.000 km² e obtiveram uma precisão de 95,85% (razão entre a quantidade

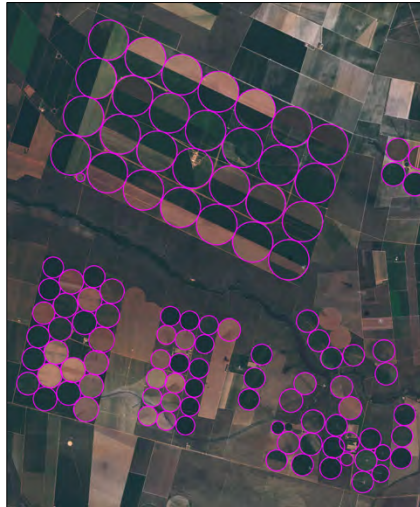
de verdadeiros positivos identificados e o total identificado) e um *recall* de 93,33% (razão entre a quantidade de verdadeiros positivos e o total de verdadeiros negativos e positivos).

Figura 2 - Resultados do pré-processamento das imagens aéreas, onde a) Área 01 em escala de cinza; b) Área 01 com desfoque mediano; c) Área 02 em escala de cinza; d) Área 02 com desfoque mediano.



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Figura 3 - Áreas de irrigação com pivôs centrais (círculos rosas) detectados usando a Transformada de Hough na Área 01



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Figura 4 - Áreas de irrigação com pivôs centrais (círculos rosas) detectados usando a Transformada de Hough na Área 02



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mudança do uso do solo ao longo do tempo faz com que a gestão de bacias hidrográficas seja revisada constantemente. Considerando que áreas agrícolas irrigadas por sistemas de pivô central são grandes consumidoras de recursos hídricos, o acompanhamento de sua evolução e desenvolvimento se faz necessário. De forma a garantir um método com uma boa relação entre custo e benefício para sua detecção, foi utilizada a Transformada de Hough para localizar, por meio de sensoriamento remoto, as áreas irrigadas por essa modalidade de sistema.

Duas áreas foram estudadas por esse método de forma preliminar para avaliar o seu nível de eficiência. De modo geral, os resultados foram positivos, sendo que em uma das áreas todos os sistemas de irrigação foram detectados corretamente.

Para trabalhos futuros de detecção de áreas irrigadas com pivôs centrais, sugere-se a adoção de técnicas de otimização para selecionar os parâmetros da função da transformada de Hough, bem como o uso de coeficientes de concordância para a avaliação dos resultados (o que irá requerer o georreferenciamento das imagens, ou uso de uma função que não remova essa propriedade delas). Além disso, testes com áreas maiores também devem ser desenvolvidos para avaliar o comportamento dessa função.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019. 75 p.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos [...]. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 09 de janeiro de 1997.

Seção 1, p. 470. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.ht>. Acesso em: 28 maio 2019.

DAVIES, E. R. **Computational Vision: Principles, Algorithms, Applications, Learning**. 5. ed. Cambridge, Massachusetts, EUA: Elsevier, 2018. 900 p.

EUROPEAN SPACE AGENCY - ESA. **Sentinel-2 User Handbook**. [S.l.: s.n.], 2015. 64 p. Disponível em: https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook. Acesso em: 17 out. 2019.

FERREIRA, E.; TOLEDO, J. H.; DANTAS, A. A. A.; PEREIRA, R. M. Cadastral maps of irrigated areas by center pivots in the State of Minas Gerais, using CBERS-2B/CCD satellite imaging. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 771-780, 2011.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Digital Image Processing**. 3. ed. EUA: Pearson Prentice Hall, 2008. 977 p.

OPEN SOURCE COMPUTER VISION – OPENCV. **OpenCV: Hough Circle Transform**. [S.l.: s.n.], s.d. Disponível em: https://docs.opencv.org/3.4.3/d4/d70/tutorial_hough_circle.html. Acesso em: 04 jul. 2019.

ROGAN, J.; CHEN. D. Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. **Progress in Planning**, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 301-325, 2004.

ROSEBROCK, A. Detecting Circles in Images using OpenCV and Hough Circles. **Py Image Search**, [S.l.], 2014. Disponível em: <https://www.pyimagesearch.com/2014/07/21/detecting-circles-images-using-opencv-hough-circles/>. Acesso em: 04 jul. 2019.

SANO, E. E.; LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M.; OLIVEIRA, E. C. Estimativa da variação na demanda de água para irrigação por pivô-central no Distrito Federal entre 1992 e 2002. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 508-515, 2005.

SCHMIDT, W.; COELHO, R. D.; JACOMAZZI, M. A.; ANTUNES, M. A. H. Distribuição espacial de pivôs centrais no Brasil: I - região sudeste. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 8, n. 2-3, p. 330-333, 2004.

SCHOWENGERDT, R. **Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing**. 3. ed. Cambridge, Massachusetts, EUA: Elsevier, 2006. 560 p.

SZELISKI, R. **Computer Vision: Algorithms and Applications**. [S.l.]: Springer, 2010. 812 p.

ZHANG, C.; YUE, P.; DI, L.; WU, Z. Automatic Identification of Center Pivot Irrigation Systems from Landsat Images Using Convolutional Neural Networks. **Agriculture**, [S.l.], v. 8, n. 10, p. 147, 2018.