

IDENTIFICAÇÃO DE UMA ÁREA INUNDADA DO RIO URUGUAI POR UM ALGORITMO FUZZY

Ricardo Freddo Neto ¹

Sidnei Luís Bohn Gass ²

Cristiano Galafassi ³

Alexandre Russini ⁴

Natália Carvalho de Amorim ⁵

Rogério Rodrigues De Vargas ⁶

Resumo:

O sensoriamento remoto é a prática de obter informações sobre a Terra e superfícies de água usando imagens adquiridas a partir de uma perspectiva aérea, usando radiação eletromagnética em uma ou mais regiões do espectro eletromagnético, refletida ou emitida da superfície da Terra. Uma das áreas em que a aplicação de sensoriamento remoto tem um vasto campo de trabalho é o monitoramento de inundações. As inundações são o tipo de desastre mais prevalente do mundo e aquele com o mais alto número de eventos, causando as maiores perdas econômicas, afetando um grande número de pessoas. Considerando todas as catástrofes naturais, as inundações são provavelmente as mais devastadoras e o que ocorre com mais frequência. É um evento natural e recorrente para um rio e, estatisticamente, a inundação média anual é igualada ou excedida a cada 2,33 anos. Uma das ferramentas de análise do sensoriamento remoto é a classificação, que pode ser entendida como uma técnica de reconhecimento padrões representados em uma imagem multiespectral, agrupando pixels de modo que pixels semelhantes pertençam ao mesmo cluster. Nesse contexto, esse trabalho aplica o algoritmo Fuzzy ckMeansImage a uma imagem multiespectral com o objetivo de detectar e medir a extensão da inundação que ocorreu no município de Itaqui-RS, visando conhecer a extensão da de uma área inundada e redução dos danos decorrentes desse fenômeno. Para isso, são utilizadas duas imagens do rio, uma em seu nível normal e outra em seu período de inundação. As duas imagens são processadas no algoritmo e a área total do rio é calculada para estimar a extensão da inundação.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, inundação, fuzzy

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

IDENTIFICAÇÃO DE UMA ÁREA INUNDADA DO RIO URUGUAI POR UM ALGORITMO FUZZY

¹ Aluno de graduação. 15ricardo1103@gmail.com. Autor principal

² Docente. sidneigass@unipampa.edu.br. Co-autor

³ Docente. cristianogalafassi@unipampa.edu.br. Co-autor

⁴ Docente. alexandrerrussini@unipampa.edu.br. Co-autor

⁵ Docente. carvalho.natalia03@gmail.com. Co-autor

⁶ Docente. rogeriovargas@unipampa.edu.br. Orientador



IDENTIFICAÇÃO DE UMA ÁREA INUNDADA DO RIO URUGUAI POR UM ALGORITMO FUZZY

1. INTRODUÇÃO

Vários dos sentidos humanos reúnem a consciência do mundo externo quase que inteiramente percebendo uma variedade de sinais, emitidos ou refletidos, de forma ativa ou passiva, de objetos que transmitem esta informação em ondas ou pulsos. Assim, alguém que ouve distúrbios na atmosfera transportados como ondas sonoras, experimenta sensações como o calor (através de contato direto ou como energia radiante), reage ao sinal químico alimentar através de teste e cheiro, é consciente de certas propriedades do material, como a rugosidade através do toque, e reconhece formas, cores e posições relativas de objetos exteriores e classes de materiais por meio da exibição da luz visível a partir deles. Na sentença anterior, todas as sensações que não são recebidas através de contato direto são sentidas remotamente (KUMAR, 2005).

O sensoriamento remoto é a prática de obter informações sobre a Terra e superfícies de água usando imagens adquiridas a partir de uma perspectiva aérea, usando radiação eletromagnética em uma ou mais regiões do espectro eletromagnético, refletida ou emitida da superfície da Terra (CAMPBELL E WYNNE, 1944).

Uma das áreas em que a aplicação de sensoriamento remoto tem um vasto campo de trabalho é o monitoramento de inundações. Conforme apresentado por (SAUSEN E LACRUZ, 2015), as inundações são o tipo de desastre mais prevalente do mundo e aquele com o mais alto número de eventos, causando as maiores perdas econômicas, afetando um grande número de pessoas. Considerando todas as catástrofes naturais, as inundações são provavelmente as mais devastadoras e o que ocorre com mais frequência. É um evento natural e recorrente para um rio e, estatisticamente, a inundação média anual é igualada ou excedida a cada 2,33 anos.

Para poder ter uma dimensão de cobertura de enchentes, vale a pena mencionar, como registrados pelos autores, que são responsáveis por quase 55% de todos os desastres registrados e por aproximadamente 72,5% das perdas econômicas totais em todo o mundo.

Na concepção do trabalho, a análise e interpretação de tais dados, as representações de imagens, tabelas ou gráficos, também integram uma ciência de sensoriamento remoto. A partir da análise das imagens, pode-se conhecer as áreas atingidas pelas inundações do rio Uruguai, possibilitando uma gestão adequada do meio ambiente, respeitando as Áreas de Preservação Permanente (APP's), prevista no Código Florestal. Permitindo assim, que os órgãos públicos possam estruturar de forma adequada a disposição de moradias, adequando o crescimento da cidade de Itaqui-RS. Deste modo, visa-se minimizar danos decorrentes de inundações, fenômeno que ocorre com certa periodicidade na cidade.

A extração de informações de sensoriamento remoto exige métodos e análises claras e lógicas, para que possam ser aplicados a qualquer produto (MENESES E SANO, 2012). Uma das ferramentas de análise é a classificação, que pode ser entendida como uma técnica de reconhecimento padrões representados em uma imagem multiespectral, agrupando *pixels* de modo que *pixels* semelhantes pertençam ao mesmo *cluster* (MELGANI ET AL., 2000).

Nesse contexto, esse trabalho aplica o algoritmo Fuzzy ckMeansImage de (NETO ET AL., 2017), a uma imagem multiespectral com o objetivo de detectar e medir a extensão da inundação que ocorreu no município de Itaqui-RS. Para isso, são utilizadas duas imagens do rio, uma em seu nível normal e outra em seu período de inundação. As duas imagens são processadas no algoritmo e a área total do rio é calculada para estimar a extensão da inundação.

2. METODOLOGIA

A área coberta pelas imagens selecionadas para o presente experimento, representa a cidade de Itaqui e adjacências, localizado na fronteira oeste do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1). A região é caracterizada por um relevo plano, em que a cidade está situada entre os Rio Uruguai ao norte, a corrente do Cambaí a leste, e o fluxo de olarias a oeste. As características morfológicas da região, associadas a uma grande área drenada pela bacia do rio Uruguai, provocam inundações sucessivas em Itaqui, que causam distúrbios a população e deve ser um objeto constante de processos de planejamento pela autoridade municipal. O ponto central das imagens usadas é definido com as seguintes coordenadas: 28° 08' 22.81" S e 56° 32' 32.04" W. A resolução espacial é de 10 metros (tamanho do *pixel*).

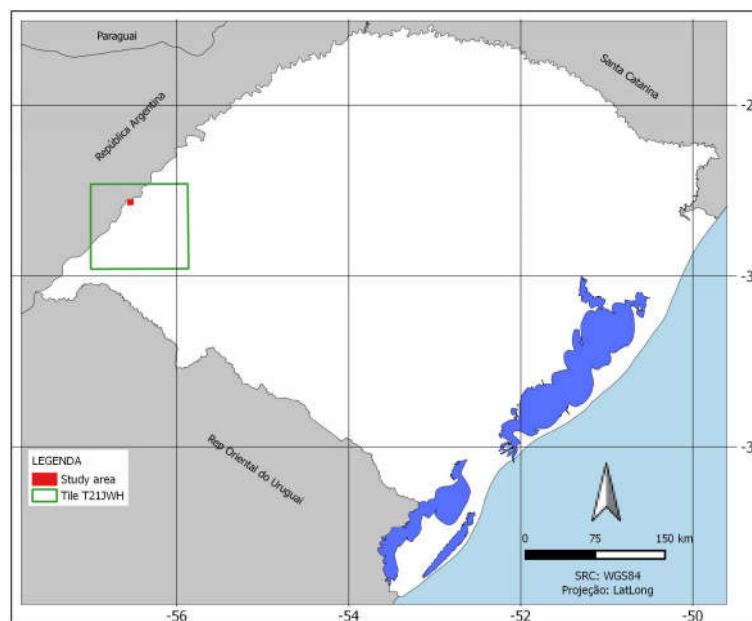


Figura 1. Área de estudo.

O experimento consiste em processar duas imagens da mesma área, antes e após a ocorrência de inundações. As imagens foram processadas com 3, 4 e 5 *clusters* e o melhor resultado foi escolhido para discussão. O número de *clusters* pode ser diferente devido às características da imagem. Estas imagens são avaliadas qualitativamente, por um especialista e, quantitativamente pela medida de suas áreas (o tamanho do *cluster*). A área calculada é um produto simples entre o número de *pixels* em cada *cluster* e seu tamanho (10 metros).

3. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os resultados mostram uma comparação entre duas imagens da mesma área, o rio em nível normal (Figuras 2 e 3) e o rio no período de inundação (Figuras 4 e 5).

3.1. Rio em nível normal

Para separar a área efetivamente ocupada pelas massas de água, a imagem resultante obtida com o algoritmo Fuzzy ckMeansImage que apresentou os resultados satisfatórios foi o agrupamento em 4 *clusters*, como pode ser observado na Figura 3. Analisando essa figura, é possível inferir que os *pixels* agrupados na cor azul, referem-se aos corpos d'água, além de acumulações naturais de água, dependendo do declive que possivelmente é usado como fontes para a irrigação dos campos de arroz, que é uma das principais atividades econômicas do município.

Os *pixels* agrupados em cor verde escuro representam áreas com vegetação mais densa tais como florestas marginais, arborização urbana, áreas de pastagem ou gramíneas com menor acúmulo de umidade durante o período de captura da imagem. Por outro lado, os pixels agrupados na cor verde claro estão associados às áreas com menos densidade ou vegetação senescente ou, em sua maior parte, às áreas tradicionalmente ocupadas por campos de arroz, e que, durante o período de gravação da imagem pelo satélite, manteve uma maior concentração de umidade no solo.

Todos os outros elementos, que tiveram seus *pixels* agrupados em amarelo, representam grande maioria da estrutura urbana de Itaquí e outros elementos de interferência humana como irrigação, solo compactado e estruturas rodoviárias.

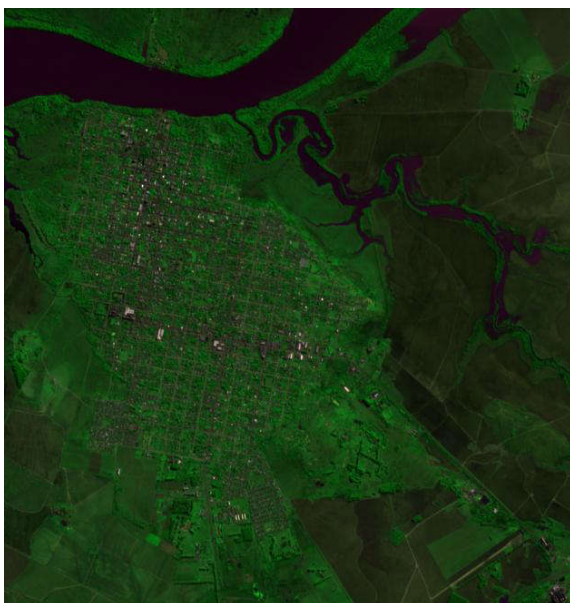


Figura 2. Rio no nível normal.

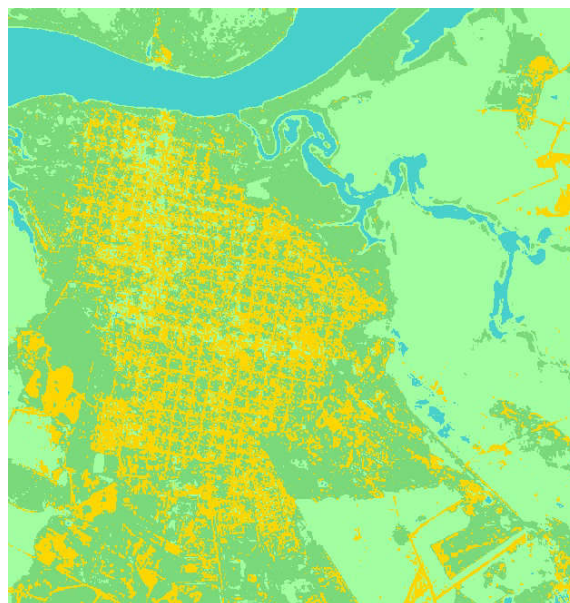


Figura 3. Imagem agrupada com o rio no nível normal.

3.2. Rio no período de inundação

No processamento da imagem no período de inundação, a imagem gerada com o algoritmo Fuzzy ckMeansImage apresentou os resultados satisfatórios para 3 *clusters*, como pode ser observado na Figura 5. Analisando essa figura, é possível inferir que os *pixels* que representam as lâminas de água, foram agrupadas na cor azul. Os *pixels* da imagem representando elementos vegetativos e os solos expostos

são agrupados em verde. Por sua vez, os outros elementos, especialmente a estrutura urbana e as nuvens são representadas no *cluster* amarelo.

3.3. Análise da planície de inundação

A partir da contagem de *pixels* por *cluster* executada pelo algoritmo, foi possível estimar a área efetivamente inundada na imagem usada nos experimentos. Considerando que a área de cada *pixel* é de 0,0001 km (considerando a resolução espacial de 10 metros da imagem), obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Análise da área de inundação.

	Nº de <i>pixels</i>	Área (km²)	%
Nível normal	34.543	3,45	8,32
Período de cheia	154.105	15,41	37,12
Área inundada		11,96	28,8



Figura 4. Rio no período de cheia.

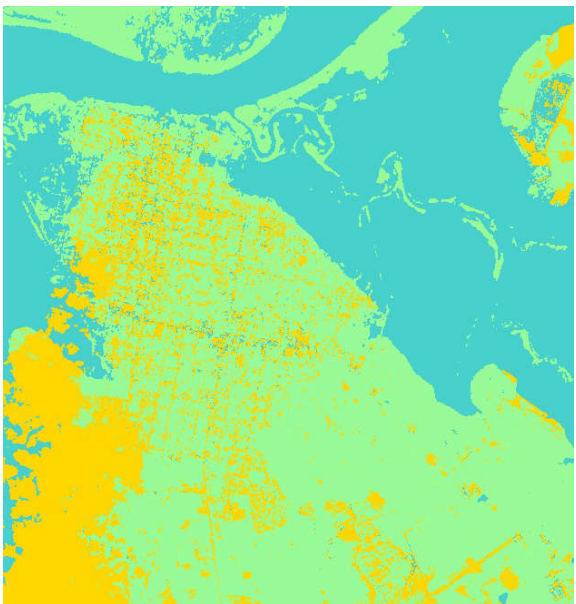


Figura 5. Imagem agrupada do rio no período de cheia.

Através da observação da imagem após o processamento, torna-se possível claramente definir a existência de uma área de transição localizada entre o perímetro urbano do município e os campos de arroz, o que apresenta uma probabilidade significativa de inundação. Nesse caminho, é possível inferir de antemão as áreas com potencial risco de inundação, servindo como subsídios para a implementação de políticas públicas voltadas para o planejamento da expansão do área. A não observação das áreas consideradas como risco pode causar sérios problemas sociais, resultantes da deslocalização de famílias, saneamento e infraestrutura, bem como perdas econômicas decorrentes das adversidades previstas na rotina, em relação às atividades de comércio e indústria localizada na parte central, bem como na produção primária dentro do município.

Quanto aos campos de arroz, também é possível inferir e medir as respectivas áreas de risco de inundação, ajudando os agricultores a planejar suas operações. Isso permite atrasos ou antecipação da semeadura, bem como a antecipação ou necessidade de aumentar a capacidade das máquinas na operação de colheita, de modo que seja realizada o mais rápido possível a fim de evitar perdas provenientes das inundações em períodos onde as condições climáticas são propensas a grandes precipitações. A perda de culturas de arroz devido a inundações é muito frequente no município, uma vez que muitos agricultores desconhecem a área real com possibilidade de inundações, e estas podem ser planejadas de várias maneiras, usando diferentes gerenciamentos e operações, culturas, semeadura e tempos de colheita, bem como o não cultivo do mesmo em anos suscetíveis a altas precipitações ao longo do ciclo da safra.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostra uma comparação entre um estágio normal e inundado no município de Itaqui, fronteira oeste do Rio Grande do Sul. Duas imagens foram usadas para analisar e inferir as planícies inundadas, permitindo-nos estimar o tamanho da área e a região onde ocorre. Também é possível inferir que os resultados apresentados pelo algoritmo Fuzzy ckMeansImage são precisos nos casos em que as imagens originais apresentam mais homogeneidade no conjunto de *pixels*, permitindo a extração de áreas centrais, como foi possível na verificação das massas de água.

Dada a característica do algoritmo Fuzzy ckMeansImage em lidar com grau de confiabilidade de cada *pixel*, como trabalho futuro, pretendemos mapear áreas de incerteza. Partindo da verificação de como cada *pixel* é classificado em todos os *clusters*, objetiva-se criar um limite, realçando os pixels com baixo grau de confiabilidade, dependendo do conhecimento do especialista para tomar essa decisão.

5. REFERÊNCIAS

CAMPBELL, J. B.; WYNNE, R. H. Introduction to Remote Sensing. The Guilford Press. Fifth edition edition, 1944. 621p.

KUMAR, S. Basics of remote sensing and GIS. Laxmi Plublications (P) Ltd, 2005. 140p.

MELGANI, F.; AL HASHEMY, B.; TAHA, S. An explicit fuzzy supervised classification method for multispectral remote sensing images, v. 38, p. 287-295, 2000.

MENESES, R.; SANO, E. Classificação pixel a pixel de imagens. In: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Org.). Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Brasília: UnB/Cnpq, 2012. 266p.

NETO, R. F.; DE VARGAS, R.; GALAFASSI, C.; RUSSINI, A.; PINTO, T. Desenvolvimento de uma ferramenta web para a execução do algoritmo fuzzy ckmeans no processamento de imagens. Revista Jr de Iniciação Científica em Ciências Exatas e Engenharia (ICCEEg), 2017, v. 1, n. 15, p. 20-27, 2017.

SAUSEN, T.; LACRUZ, M. Sensoriamento remoto para desastres. Oficina de Textos, 2015. 608p.