

# Identificação de Áreas de Desmatamento Ilegal na Região Amazônica Através de Imagens SAR

Rafael Januzi

**Resumo**—Neste trabalho é apresentado um algoritmo desenvolvido para identificar áreas de desmatamento na floresta amazônica, através do processamento de imagens de radar (SAR) de alta resolução. São apresentados detalhes da implementação e resultados obtidos para um estudo de caso real.

**Index Terms**—Desmatamento da amazônia, Identificação de atividade ilegais, SAR.

## 1 INTRODUÇÃO E MOTIVAÇÃO

O Controle da região amazônica é uma tarefa bastante dificultada devido ao tamanho territorial dessa área e pelas características hostís da selva amazônica. Esses fatores contribuem para a intensificação de atividades ilegais na região, tais como: Extração ilegal de madeira, desmatamento para criação de áreas de pastagem e o tráfico de drogas e armas.

Com o aumento da utilização de tecnologias de sensoriamento remoto, a quantidade e qualidade de imagens de alta resolução do solo terrestre tem crescido também. No contexto dos problemas enfrentados na região amazônica, essas imagens podem ser utilizadas para identificar os locais onde certas atividade vem ocorrendo, otimizando assim o trabalho das autoridade responsáveis, uma vez que as mesmas podem agir com mais precisão na repressão das atividades e menos na busca por áreas com tais atividades.

Dentro dos problemas citados, a identificação de áreas de desmatamento pode ser realizada através da diferenciação na coloração (ou tons de cinza) entre áreas de floresta e áreas desmatadas. Já a identificação de regiões sendo utilizadas para o tráfico de drogas e armas, pode ser feita encontrando-se pistas de pouso clandestinas e/ou construções ilegais em meio a floresta.

Por se tratar de uma área territorial muito grande, tem-se que são geradas muitas imagens da amazônia, além disso essas imagens tem que ser atualizadas periodicamente. Devido a esses fatores, a busca por atividades ilegais se torna impraticável se realizada por inspeção, dessa forma a utilização de sistemas que ao menos identifiquem possíveis imagens candidatas, aumenta a eficiência da identificação de regiões de interesse.

Dentro das tecnologias de sensoriamento remoto disponíveis, a utilização de imagens geradas por radar (como o SAR) apresenta uma alternativa interessante para esse tipo de sistema, pois tem-se vantagens como a utilização de diferentes bandas que permitem visualizar através de nuvens, arvores, etc.

## 2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um programa capaz de destacar regiões de interesse em uma imagem da região amazônica gerada com a tecnologia SAR, neste trabalho foram classificadas como regiões de interesse, áreas de desmatamento da floresta amazônica.

Durante o trabalho espera-se também definir qual a configuração de parâmetros, para o programa desenvolvido, obtenha melhores resultados para o exemplo utilizado, apresentando uma comparação entre as imagens resultantes obtidas.

## 3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

### 3.1 Imagens

Nas primeiras etapas do desenvolvimento deste trabalho, esperava-se utilizar uma base de imagens de satélites, porém após conversas com o pesquisador Thiago Luiz que trabalha com imagens geradas por radar (SAR), optou-se por utilizar essa tecnologia tendo em vista que se mostrou possível desenvolver o trabalho com a mesma, além da facilidade de obtenção de imagens com o pesquisador Thiago.

Para iniciar o desenvolvimento do programa, foi utilizada uma imagem de floresta amazônica que possui algumas regiões de desmatamento. A imagem obtida possui resolução de  $16608 \times 18379$  pixels (resolução 1m), e foi disponibilizada no formato PGM com pixels (de 0 a 255) possuindo cerca de 1GB de tamanho em disco. A imagem foi gerada utilizando Raio X, a qual ignora nuvens porém capta árvores permitindo uma análise de regiões de floresta e regiões de vegetação mais baixa, as Figuras 1 e 2 apresentam duas regiões diferentes da mesma imagem, uma inteiramente de floresta e uma com floresta e região desmatada.

Para o desenvolvimento do *software*, foram utilizadas duas abordagens diferentes, cada uma será apresentada em detalhes a seguir.

### 3.2 Método I

Observando os exemplos apresentados da imagem utilizada no trabalho, é possível perceber que os pixels em regiões de floresta possuem grande diferença entre pixels vizinhos,

• R. Januzi was with the Institute of Science and Technology, UNIFESP, São José dos Campos, São Paulo.  
E-mail: rjanuzi@gmail.com

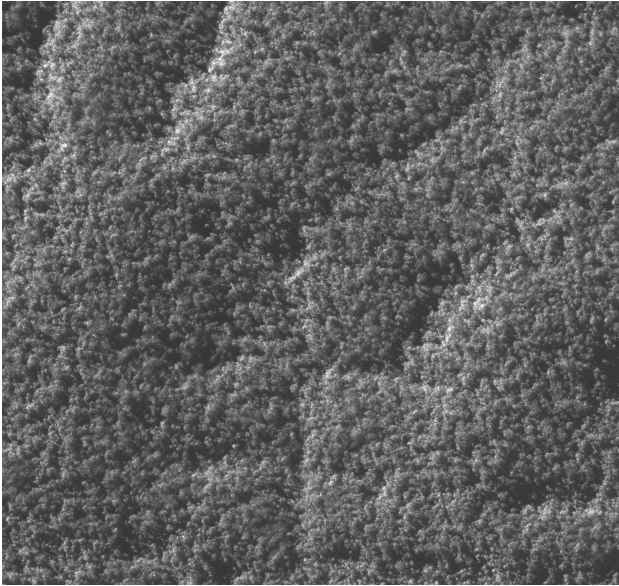


Figura 1. Área de floresta na imagem utilizada.

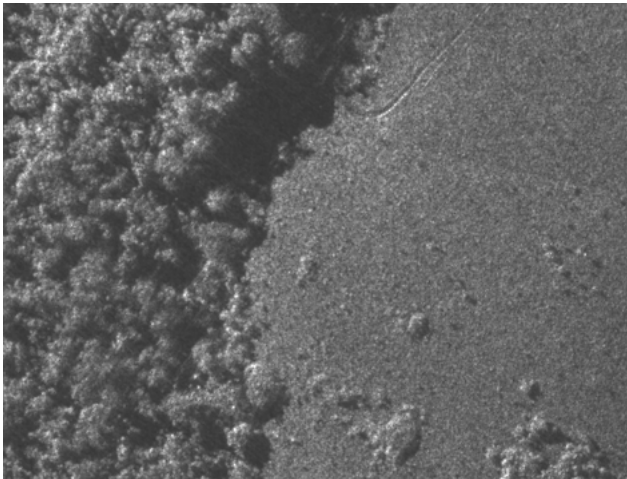


Figura 2. Área de floresta e área de desmatamento na imagem utilizada.

já nas regiões de desmatamento a diferença entre os pixels é menor. Essa propriedade pode ser constatada através do histograma de imagens de região de floresta e região de desmatamento, a Figura 3 apresenta o histograma de uma região de floresta com  $300 \times 300$  pixels, já a Figura 4 mostra o histograma de uma região de desmatamento com  $300 \times 300$  pixels.

Através dos histogramas apresentados, é possível verificar que na imagem de região de floresta existe uma ocorrência maior de pixels com valores diferentes (mais distribuído), já na imagem de região de desmatamento existe uma ocorrência menor de pixels com valores diferentes (mais concentrados). Essa fato demonstra que a diferença entre pixels em regiões de floresta é maior que a diferença entre pixels em regiões de desmatamento.

### Pré-processamento

Baseando-se nos fatos apresentados, a ideia do método utilizado é aplicar filtros que aproximam os valores de pixels

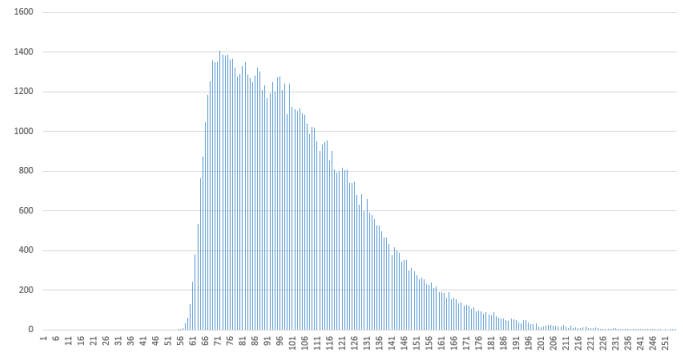


Figura 3. Histograma de uma região de floresta  $300 \times 300$ .

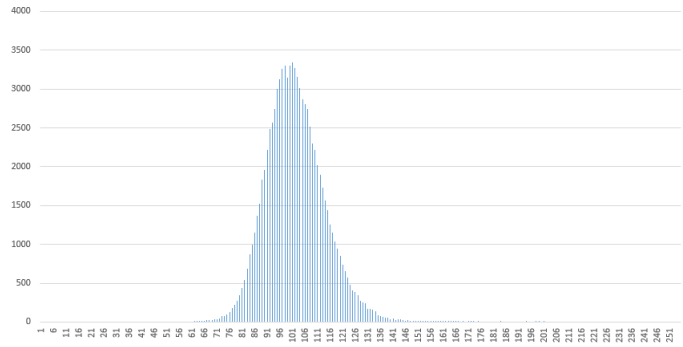


Figura 4. Histograma de uma região de desmatamento  $300 \times 300$ .

de acordo com os valores de pixels próximos. Com isso tem-se como objetivo tornar os valores dos pixels de regiões de desmatamento ainda mais próximos (idealmente todos iguais), esse processo é considerado o pré-processamento da imagem original para o método utilizado.

Inicialmente o pré-processamento foi desenvolvido aplicando-se uma máscara de média sucessivamente  $n$  vezes, porém essa abordagem acabou não trazendo bons resultados, pois os valores dos pixels de regiões de floresta também ficaram muito aproximados. Visando reduzir esse problema, as aplicações da máscara de média foram intercaladas por aplicações da máscara máxima (pixel central recebe o valor máximo dentro da máscara). A ideia dessa nova abordagem foi aumentar a diferença entre valores dos pixels de regiões de floresta a cada sequência de médias aplicada.

O pré-processamento utilizando máscaras de médias e máscaras máximas melhoraram os resultados de maneira bastante interessante e foi adotado como padrão. As Figuras 5 e 6 apresentam o histograma de uma região de floresta e uma região de desmatamento, respectivamente, nelas é possível verificar que o objetivo foi atingido, ou seja, as regiões de floresta continuaram com valores bastante distribuídos e as regiões de desmatamento se tornaram ainda mais concentrados.

### Algoritmo

Após a aplicação do pré-processamento definido como padrão, a imagem é varrida novamente para apagar (colocar valor 0) pixels em regiões de floresta. Para isso utiliza-se um valor de limiar de diferença da seguinte maneira: Quando o valor pixel atual difere mais que o limiar estipulado da

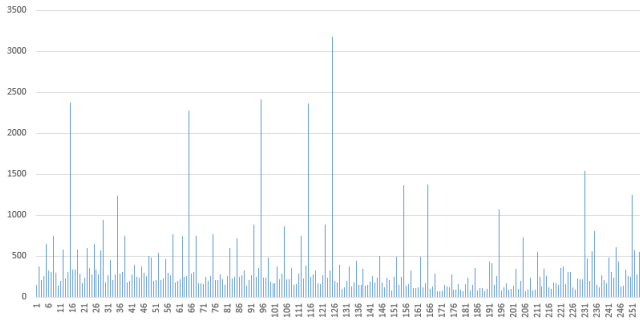


Figura 5. Histograma de uma região de floresta 300x300 após o pré-processamento.

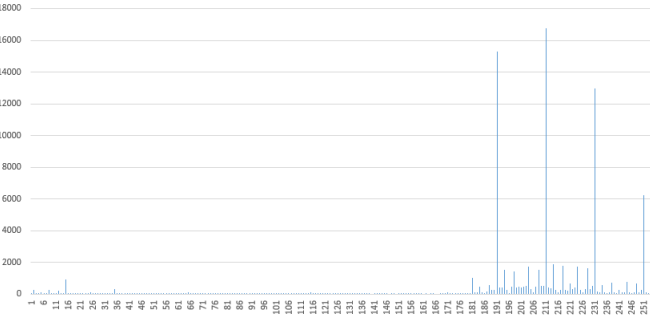


Figura 6. Histograma de uma região de desmatamento 300x300 após o pré-processamento.

média com os vizinhos, o *pixel* recebe valor 0, pois assume-se que ele está em uma região de floresta.

#### 4 RESULTADOS/DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados obtidos, comparando as execuções do algoritmo com diferentes parâmetros.

Para a execução dos testes, foi utilizada sempre a mesma imagem (cedida pelo pesquisador Thiago) porém variando-se os parâmetros do algoritmo. Vale ressaltar que devido ao tamanho da imagem cada teste levou em média 40 minutos para ser executado, dificultando um pouco a execução de muitos testes.

Cada teste foi avaliado subjetivamente utilizando a seguinte escala:

- **Péssimo:** A aplicação do algoritmo tornou a identificação de áreas de interesse ainda mais difícil.
- **Ruim:** A aplicação do algoritmo não trouxe grande diferença quanto a identificação de áreas de interesse.
- **Bom:** A aplicação do algoritmo deixou as áreas de interesse razoavelmente destacadas.
- **Ótimo:** A aplicação do algoritmo deixou as áreas de interesse bastante destacadas.

A Tabela 1 apresenta uma lista dos testes executados e suas respectivas avaliações, nela podemos ressaltar dois conjuntos de parâmetros que apresentaram os melhores resultados, esses resultados realçaram muito bem as regiões de desmatamento buscadas na imagem original, as Figuras 7 e 8 apresentam uma comparação entre o resultado de cada teste e a imagem original.

Tabela 1  
Testes executados.

#	Num de aplicação de máscaras	Limiar de diferença	Avaliação
1	2	5	Péssimo
2	1	5	Péssimo
3	0	5	Péssimo
4	2	10	Ruim
5	1	10	Ruim
6	0	10	Péssimo
7	2	20	Ruim
8	1	20	Ruim
9	0	20	Ruim
10	2	40	Ruim
11	1	40	Ruim
12	0	40	Péssimo
13	4	40	Péssimo
14	8	40	Bom
15	4	20	Péssimo
16	8	20	Ótimo
17	8	10	Péssimo
18	16	40	Péssimo
19	16	20	Péssimo
20	12	40	Ruim
21	12	20	Péssimo
22	12	10	Péssimo

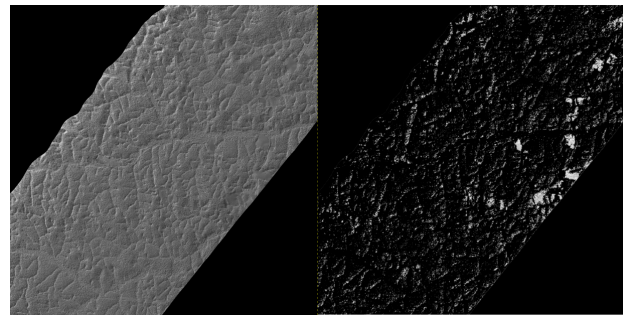


Figura 7. Resultado obtido no teste 14.

#### 5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Os resultados obtidos com o trabalho mostram que o algoritmo apresenta eficiência interessante, embora possa ser considerado apenas um protótipo inicial. Este trabalho permitiu aplicar os conceitos estudados na disciplina de Processamento de Imagens, em um estudo de caso real utilizando imagem de alta-resolução, o que se mostrou uma tarefa bastante desafiadora ao autor.

É interessante ressaltar que todo o *software* desenvolvido durante o trabalho, foi desenvolvido utilizando apenas a biblioteca de processamento de imagens desenvolvida pelo próprio autor, no decorrer do semestre, onde todas as funções de processamento de imagens e estruturas de dados utilizadas foram desenvolvidas sem o auxílio de uma biblioteca externa, tal como o *opencv*.

Durante o desenvolvimento do trabalho, uma outra abordagem foi iniciada, nessa abordagem estudou-se o conceito de entropia de imagens, pois analisando visualmente a imagens é possível notar que a entropia de regiões de floresta é bem elevada em relação a regiões de desmatamento, e esse fato poderia trazer bons resultados. Porém não foi possível concluir a implementação desse novo método e

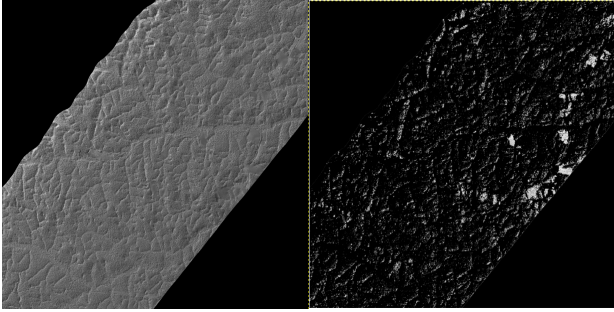


Figura 8. Resultado obtido no teste 16.

essa tarefa é deixada como trabalho futuro.

Outro trabalho futuro possível com os resultados obtidos seria a paralelização do algoritmo, uma vez que o mesmo leva muito tempo para processar imagens de alta resolução, como a utilizada no trabalho.