

# USO DE IMAGENS DE RADAR PARA DETECÇÃO E MONITORAMENTO DE CERCAS DE ARAME

*D. Lübeck<sup>1</sup>, R. A. S. Rosa<sup>1</sup>, J. R. Moreira<sup>1</sup>, J. M. Lázaro<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Bradar Indústria S.A., Brasil

## RESUMO

Este trabalho mostra que a banda P não é apenas capaz de detectar fronteiras demarcadas por estradas, rios ou vegetação, mas também cercas de arame farpado muito pequenas, que são comumente usadas, por exemplo, na América do Sul para demarcação de terras. A aplicação desta tecnologia para apoiar o cadastro rural pode ser a solução para acelerar os processos de registro. Isso ajudaria a população rural protegendo-a do roubo de terras. Testes experimentais foram realizados e comprovaram que os dados da imagem de radar podem apoiar o mapeamento dos limites cadastrais de forma eficiente.

**Palavras chave:** Processamento de Imagens SAR, Banda P, Cadastro rural

## ABSTRACT

This paper shows that P-Band is not only capable to detect boundaries demarked by roads, river or vegetation, but also very small wire fences, which are commonly used for example in South America for demarking land. Applying this technology to supporting land registration and cadastral survey could be the solution for speeding up registration processes. This brings help to the local people in protecting them from land grabbing. Experimental tests were conducted and showed the radar image data can support the mapping of cadastral boundaries in an efficient way.

**Keywords:** SAR Image Processing, P-band, Rural register

## 1- INTRODUÇÃO

A propriedade da terra e os direitos de uso do solo estão no topo da agenda global. Metade das metas de desenvolvimento sustentável até 2030 são relacionados ao uso da terra (ONU, 2015). Uma estimativa muito grosseira para se alcançar esses objetivos utilizando-se as metodologias tradicionais de aquisição de dados cadastrais é de mais de 500 anos de trabalho. Esta estimativa deixa claro que serão necessárias técnicas inovadoras para se superar essa demanda.

Uma abordagem bem conhecida para o levantamento de grandes áreas em um curto espaço de tempo é o sensoriamento remoto aéreo ou orbital. Em abordagens para administração de terras, as imagens impressas são usadas no campo para a identificação de fronteiras de forma participativa. Uma nova abordagem promissora nessa área é o uso do radar imageador interferométrico de abertura sintética (InSAR). Devido às vantagens conhecidas, como a penetração nas nuvens, a independência da luz solar e a penetração na folhagem, as imagens de radar vem sendo cada vez mais utilizadas para mapeamento e monitoramento em grande escala (Rosa, 2004).

O radar de banda dupla aerotransportado usa as bandas X e P, pois possuem as características de mapeamento mais complementares. Enquanto a banda X, com um comprimento de onda de 3cm, mapeia exclusivamente a superfície, a banda P, com um comprimento de onda de 70cm, penetra na folhagem e permite mapear a topografia abaixo da vegetação. Nos dias anteriores, a aplicação principal desta tecnologia era o mapeamento topográfico. Hoje em dia, as imagens de alta resolução estão abrindo novos horizontes para a extração de recursos planimétricos em escalas de até 1:5.000 com a grande vantagem da penetração nas nuvens e uma ampla faixa de mapeamento (Bradar, 2017).

Imageamentos realizados pela Bradar no Brasil mostraram que a banda P não é apenas capaz de detectar fronteiras demarcadas por estradas, rios ou vegetação, mas também cercas de arame farpado muito pequenas, que são comumente usadas, por exemplo, na América do Sul para demarcação de terras (Figura 1). A aplicação desta tecnologia para apoiar o registro de terra e a pesquisa cadastral pode ser a solução para acelerar os processos de registro. Isso traria ajuda para a população rural protegendo-a do roubo de terras.



Fig. 1 – Cerca de arame farpado comumente utilizada como limite em áreas rurais

Outra grande vantagem do sensoriamento remoto por radar é a detecção de mudanças, pelo fato de possuir iluminação constante entre diferentes aquisições (Rosa, 2017). Isso permite, ao contrário de imagens ópticas, comparações sistemáticas das imagens geradas. As mudanças no uso da terra podem ser detectadas automaticamente, bem como qualquer tipo de construção. Isso permite detectar facilmente limites de cadastro "alterados".

## 2- DETECÇÃO DE CERCAS DE ARAME FARPADO EM IMAGENS DE RADAR

A imagem de radar pode ser utilizada para a detecção de limites cadastrais rurais. Geralmente esses limites são características visíveis, definidas por estradas, vegetação, rios, cercas e construções de uma forma muito eficiente. Mesmo os rios cobertos pela vegetação podem ser extraídos. Além disso, os modelos digitais de terreno e/ou de superfície podem ser gerados por interferometria para se obter informações altimétricas para redes de drenagem e curvas de nível, incluindo simulações em 3D. Esta informação não só é útil para ajudar a administração da terra, mas também o desenvolvimento rural, projetos de infraestrutura, certificação florestal e cadastro ambiental rural, mapeamento de áreas de risco, áreas de preservação, mapeamento de terra e mapeamento topográfico, entre muitas outras aplicações.

Uma outra vantagem da imagem de radar para o cadastro rural é que as cercas de arame farpado são facilmente visíveis apesar de serem muito pequenas. Esse efeito ocorre porque os fios horizontais das cercas de arame atuam como pequenas antenas para a radiação de banda P polarizada horizontalmente. Com a presença do solo, temos o efeito da chamada reflexão dupla da onda que volta ao radar. Devido a este efeito, o sinal de todos os fios horizontais da cerca se somam e aparecem na imagem como uma única linha com sua origem na projeção vertical da cerca no chão. A Figura 2 mostra um exemplo de uma imagem de banda P com

cercas de arame farpado em uma área desmatada. Ao lado das cercas, outras características importantes podem ser extraídas, como floresta, estrada, construção, árvores isoladas e até animais.



Fig. 2 – Imagem SAR na banda P de uma área rural na qual pode ser observado cercas de arame farpado, floresta, estrada, construção, árvores isoladas e animais

## 3- EXPERIMENTO E RESULTADOS

Utilizou-se dados de banda P de dois projetos realizados pela Bradar, um na região da Usina Hidrelétrica de Belo Monte e outro na cidade de São José dos Campos.

Coletou-se em campo as coordenadas dos vértices das linhas de cercas de arame farpado. Ao todo coletou-se cerca de 30 pontos. A Figura 3 apresenta um exemplo de ponto coletado em campo.



Fig. 3 – Cerca de arame farpado comumente utilizada como limite em áreas rurais

Comparou-se então as coordenadas coletadas em campo com as coordenadas lidas nas imagens. A Figura 4 mostra na imagem SAR da banda P o ponto correspondente ao ponto da Figura 3 medido em campo.

A precisão planimétrica média atingida para as cercas de arame farpado foi de cerca de 20cm (RMSE).

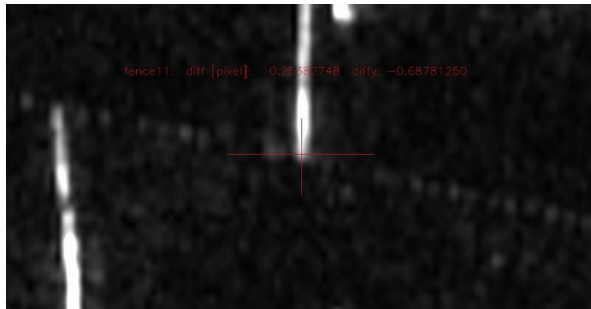


Fig. 4 – Indicação do ponto da cerca de arame farpado lido em campo (Figura 3) na imagem SAR da banda P

## 6- CONCLUSÕES

Apresentou-se um experimento com o objetivo de verificar a viabilidade do uso de imagens de sensoriamento remoto por radar para realização do mapeamento de limites cadastrais em áreas rurais (cercas de arame farpado) de forma eficiente.

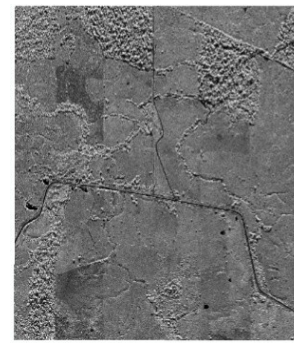
Os testes mostraram que a extração de características dessas cercas pode ser realizada com uma alta precisão planimétrica (até 20cm) na imagem de banda P, atendendo aos requisitos de cadastro de terra em muitos países em desenvolvimento.

A Figura 5 mostra um exemplo de uma área no Brasil, incluindo as orto-imagens X, P, falsa-cor X/P e os limites extraídos, de forma automática, sobrepostos à imagem da banda P (de cima para baixo).

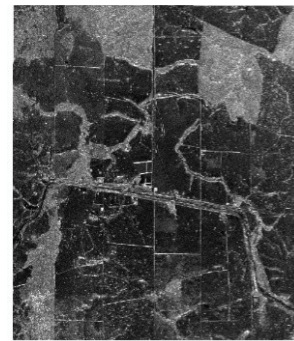
No Brasil, por exemplo, a entrevista com o proprietário do solo, a revisão dos limites terrestres e a destruição deve ser realizada pelo levantamento terrestre. O radar poderia reduzir de 3 a 5 vezes o esforço e o tempo de execução do trabalho de campo convencional.

As agências no Brasil e na América Latina nunca consideraram o sensoriamento remoto para a realização do cadastro rural. O imageamento por radar seria capaz de acelerar esse processo de cadastro rural além de servir como um método de fiscalização. Especula-se que o radar reduziria o trabalho de campo em até cinco vezes.

As imagens de radar podem ser consideradas suficientes para coletar dados de limites cadastrais de forma rápida e barata. Assim, os polígonos de unidades espaciais (parcelas) podem ser facilmente identificados e incluídos com a precisão esperada.



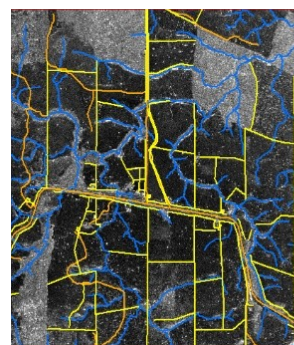
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 5 – Exemplo de extração de limites a partir de imagens de radar: banda X (a); banda P (b); composição falsa-cor com bandas X e P (c); e limites extraídos (d)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bradar Indústria S.A., 2017, Sensoriamento Remoto, <http://www.bradar.com.br>.

ONU, 2015, Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, <https://nacoesunidas.org/tema/agenda2030>.

Rosa, R.A.S., 2004, Desenvolvimento de um Algoritmo de Desdobramento de Fase para Radar de Imagens Interferométrico Aerotransportado Utilizando uma Linha de Base, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, Brasil, 106 páginas.

Rosa, R.A.S., 2017, Detecção de mudanças em imagens SAR multitemporais das bandas X e P, Tese de Doutorado, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, Brasil, 93 páginas.