Detecção de vazamentos por satélite

ASTERRA

GUIA DO COMPRADOR

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA



Uma categoria. Sinais diferentes. Capacidades desiguais.

Para companhias de saneamento, consultorias e equipes de compras

O que é detecção de vazamentos por satélite?

A detecção de vazamentos por satélite é uma categoria ampla de tecnologias, ***muito parecida com os exames de imagem na medicina.*** Ressonância magnética, tomografia e raio-X são todos exames de imagem, mas medem coisas diferentes e servem para finalidades diferentes. A detecção por satélite funciona da mesma forma: cada abordagem usa sinais e dados diferentes para ajudar as companhias de saneamento a identificar onde pode haver vazamentos ocultos e a priorizar onde as equipes de campo devem investigar.

Algumas abordagens analisam ***mudanças físicas observadas do espaço***: por exemplo, a refletância da superfície ou a resposta da vegetação, medidas com imagens ópticas ou multiespectrais; o deslocamento do terreno, medido com radar de abertura sintética interferométrico (InSAR); ou sinais de radar associados à umidade na superfície ou abaixo dela, medidos com radar de abertura sintética (SAR).

Outras abordagens usam ***análise preditiva***, combinando SIG, histórico de vazamentos e dados da rede e da operação para estimar onde há maior probabilidade de vazamento. Cada vez mais, esses modelos também incorporam dados ambientais ou de sensoriamento remoto obtidos por satélite como insumos adicionais.

A diferença importante: resultados parecidos podem se basear em evidências muito diferentes. Algumas abordagens observam uma condição física; outras inferem o risco a partir de várias fontes de dados.

Entender o que a tecnologia realmente mede, e o que o resultado representa, ajuda gestores e equipes de suprimentos a comparar capacidades, resultados esperados e custos no contexto correto.

Tecnologias diferentes observam evidências diferentes

A detecção de vazamentos por satélite pode se basear em sensoriamento físico direto, em modelagem preditiva ou na combinação dos dois. Algumas plataformas de análise preditiva também incorporam indicadores obtidos por satélite, mas isso é diferente de observar diretamente uma condição física específica associada ao vazamento.

	Análise preditiva (modelagem de risco baseada em dados)	**Óptico**	**InSAR**	**SAR em banda L**
Dado de entrada	Dados históricos, da rede e da operação, às vezes combinados com indicadores obtidos por satélite	Refletância da superfície e resposta da vegetação	Deslocamento do terreno	Resposta de radar associada à umidade no subsolo
O que indica	Onde o vazamento é estatisticamente mais provável	Onde as condições da ***superfície*** podem indicar umidade	Onde houve ***movimentação do terreno*** mensurável	Onde há uma condição de ***umidade no subsolo*** perto da infraestrutura enterrada

Resultados parecidos podem se basear em evidências muito diferentes. Usar dados de satélite não significa, necessariamente, que a tecnologia observa diretamente uma condição física no subsolo relacionada ao vazamento.

Tecnologias diferentes observam sinais diferentes de vazamento

Conforme um vazamento enterrado evolui, ele pode gerar diferentes condições observáveis. Primeiro, forma-se umidade no subsolo ao redor do tubo; efeitos na superfície ou deformação do terreno podem surgir depois, ou nem chegar a surgir.

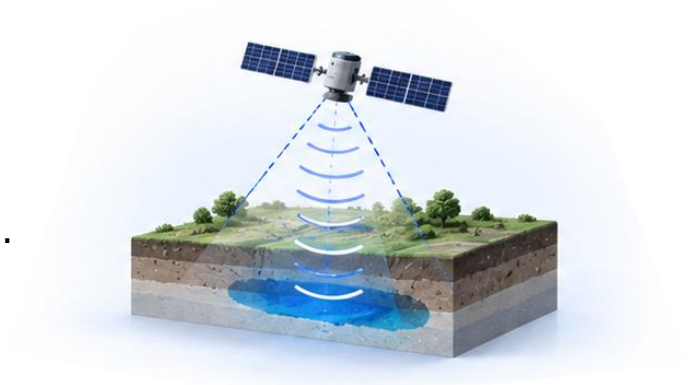
Estágio do vazamento	O que está acontecendo	Abordagem por satélite	O que ela observa
1 **A umidade se forma no subsolo**	A água que escapa altera a umidade do solo ao redor do tubo enterrado	**SAR em banda L**	Resposta de radar associada à umidade abaixo da superfície
2 **Pode surgir resposta na superfície**	A umidade começa a afetar a superfície, a vegetação ou as condições do entorno	**Óptico**	Mudanças na refletância da superfície, na resposta da vegetação, na temperatura ou na umidade visível
3 **Pode surgir deformação do terreno**	Em alguns casos, o vazamento contínuo provoca movimentação do solo, erosão ou recalque suficientes para alterar a superfície do terreno	**InSAR**	Deslocamento ou recalque do terreno mensurável ao longo do tempo

Nem todo vazamento gera efeitos visíveis na superfície ou deformação mensurável do terreno. Esses são sinais secundários do vazamento, e não condições necessárias para que exista umidade no subsolo.

Antes de comparar tecnologias SAR, faça duas perguntas:

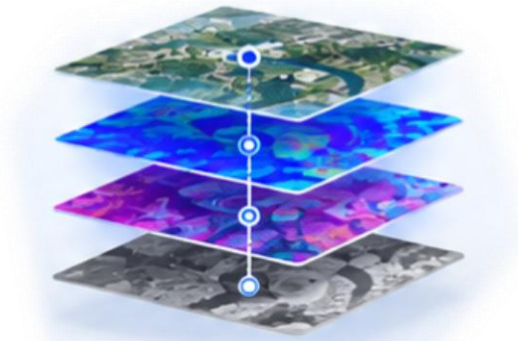
1 O sinal de radar chega abaixo da superfície?

Para detectar vazamentos ocultos, o sinal precisa interagir com o solo onde a umidade do vazamento se acumula, e não só com a vegetação ou a superfície. ***É por isso que a frequência do radar do satélite importa.***



2 O satélite capta informação suficiente dessa interação?

Quanto mais completa a medição, mais informação existe para analisar como o sinal de radar mudou depois de interagir com o solo e com a umidade abaixo dele. ***É por isso que a polarização importa.***



A detecção de vazamentos no subsolo exige as duas coisas:

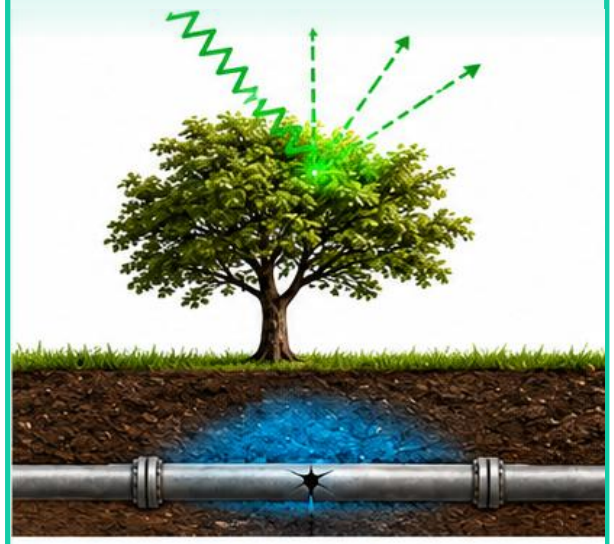
Um sinal de radar capaz de chegar ao subsolo e informação suficiente para interpretar o sinal que retorna. A frequência da banda L, combinada com dados de polarimetria completa (quad-pol), é a base da análise da ASTERRA.

Na detecção de vazamentos no subsolo, a frequência do SAR importa

As bandas do SAR usam comprimentos de onda diferentes, o que muda a forma como o sinal de radar interage com a vegetação, a superfície e o subsolo. Para vazamentos enterrados, a pergunta-chave é se o sinal consegue interagir com a umidade abaixo da superfície visível.

Banda X

Comprimento de onda mais curto

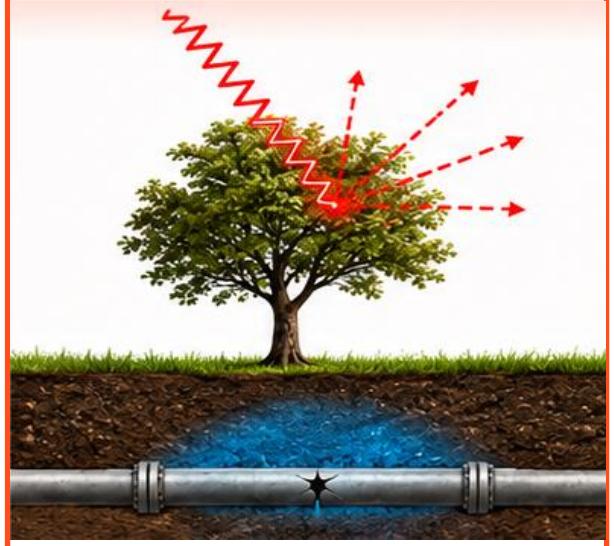


Interação principal
Copa das árvores e elementos da superfície

Implicações para a detecção de vazamentos
Reflete principalmente as condições acima da superfície ou na própria superfície

Banda C

Comprimento de onda intermediário



Interação principal
Vegetação, superfície e condições próximas à superfície

Implicações para a detecção de vazamentos
Mais sensível à umidade na superfície e logo abaixo dela

Banda L

Comprimento de onda mais longo



Interação principal
Maior interação com a vegetação, o solo e a umidade no subsolo raso.

Implicação para vazamentos ocultos
Oferece a interação com o subsolo que a ASTERRA usa para analisar a umidade ao redor da infraestrutura enterrada.

PRINCIPAL CONCLUSÃO

O comprimento de onda mais longo da banda L oferece a interação com o subsolo necessária para analisar a umidade ao redor de tubulações enterradas, e não só as condições na superfície.

Dual-Pol vs. Quad-Pol

Na detecção de vazamentos no subsolo, usar a banda L é só parte da história. A polarização completa (quad-pol) oferece informação mais completa para a análise do que as imagens dual-pol.

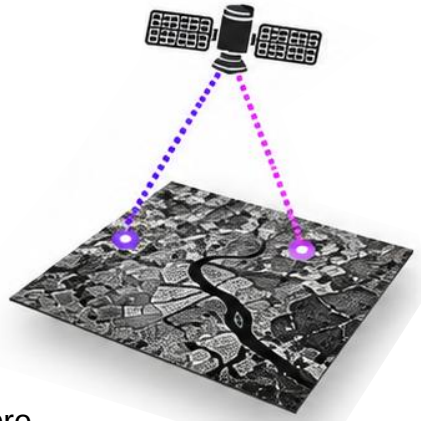
Dual-Pol

2 canais
Exemplo: HH + HV

Medição polarimétrica parcial

Capta **menos dimensões** do espalhamento do radar

Pode fornecer informações úteis sobre solo, umidade e condições do entorno; o desempenho **depende do processamento e do modelo usados**



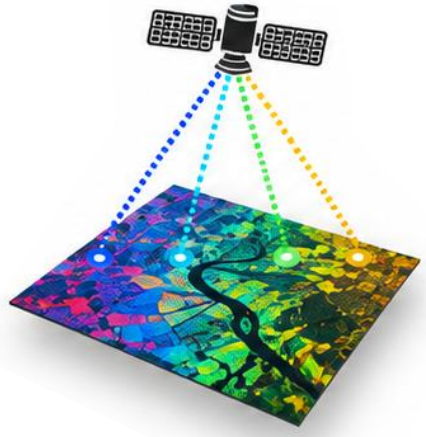
Quad-Pol

4 canais
HH + HV + VH + VV

Medição polarimétrica completa

Capta **a informação polarimétrica mais completa disponível** na aquisição

Oferece **insumos mais ricos para interpretar as assinaturas de umidade relevantes** e separar efeitos ambientais e eletromagnéticos



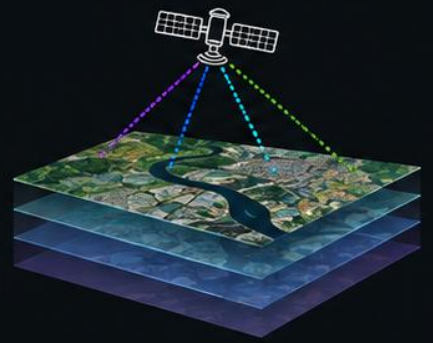
Conclusão para o comprador

Nem todos os conjuntos de dados em banda L contêm o mesmo volume de informação polarimétrica. O quad-pol fornece a medição mais rica e é a entrada utilizada na metodologia atual do Recover da ASTERRA. Os compradores devem perguntar qual configuração de polarização foi adquirida, como ela é analisada e que evidências sustentam a capacidade anunciada.

Por que o quad-pol importa na prática

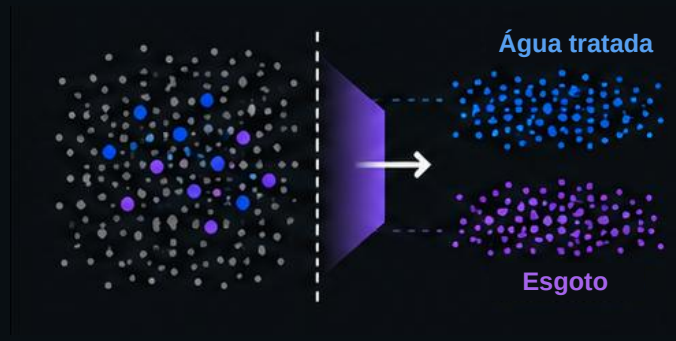
Mais canais não geram apenas uma imagem melhor. Eles oferecem uma medição mais completa para a análise.

Medição mais completa



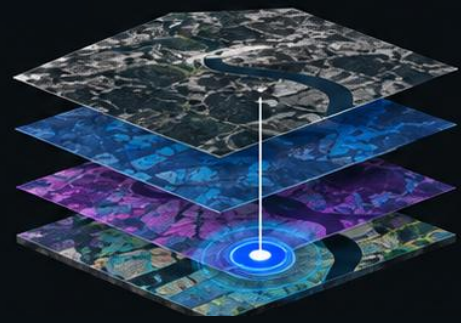
O quad-pol capta uma visão mais completa de como o sinal de radar interage com o ambiente do que o dual-pol.

Melhor separação



As informações adicionais dão à análise mais elementos para separar a resposta de umidade relevante de efeitos eletromagnéticos, ambientais e outros não relacionados a vazamentos.

Resultado mais acionável



Insumos mais ricos sustentam a análise usada para identificar assinaturas de umidade compatíveis com o tipo de água buscado, e não apenas a umidade genérica do solo.

A banda L oferece a interação com o subsolo. O quad-pol oferece a medição polarimétrica mais rica para interpretar essa interação e é a base da metodologia atual do Recover da ASTERRA.

Distinguindo os tipos de água

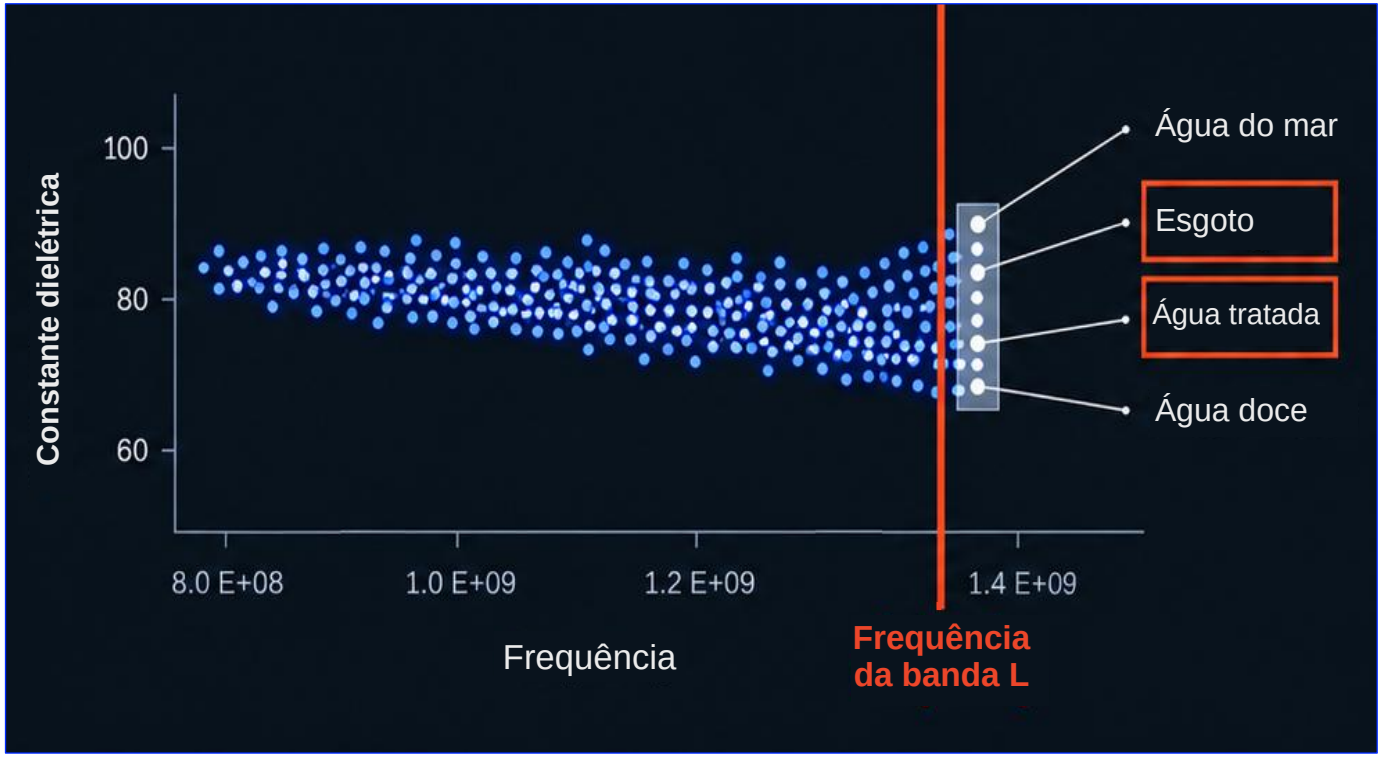
Uma anomalia de umidade não significa automaticamente um vazamento de água tratada. A origem dessa umidade importa.

Mais que um sinal de umidade

Diferentes fontes de água podem gerar respostas dielétricas diferentes ao radar.

Os algoritmos patenteados da ASTERRA analisam essas diferenças junto com padrões espaciais e o contexto ambiental.

Isso ajuda a distinguir vazamentos de água tratada e de esgoto da água de chuva, do lençol freático e de outras fontes de umidade.

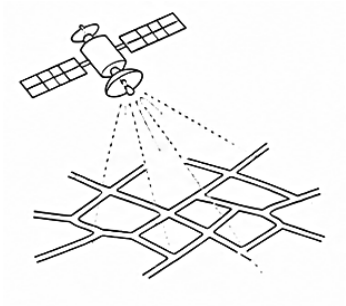


Encontrar umidade é um passo. Determinar se o sinal é compatível com a fonte de água que você procura é o que torna o resultado acionável. **Treinados e refinados em mais de 10 anos de uso em campo, os algoritmos da ASTERRA distinguem assinaturas associadas à água tratada e ao esgoto de outras fontes de umidade.**

Como a ASTERRA transforma dados de radar em inteligência sobre vazamentos

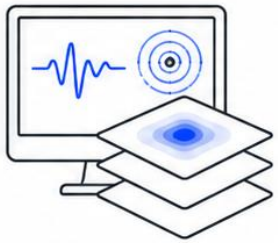
A banda L oferece a interação com o subsolo. Os dados quad-pol e o processamento patenteado da ASTERRA transformam essa medição em áreas de investigação priorizadas.

1 Aquisição



Varredura SAR em banda L, com polarimetria completa (quad-pol), da **Área de Interesse (AOI)**

2 Análise



Algoritmos apoiados por IA analisam padrões de umidade e a **resposta dielétrica** compatíveis com possíveis vazamentos de água tratada

3 Priorização



Trechos de tubulação com alta probabilidade de vazamento são priorizados para inspeção em campo e disponibilizados na **plataforma EO Discover**

4 Verificação



As equipes de campo usam **métodos convencionais para confirmar** os vazamentos

Comprovada em campo. Refinada em escala.

A metodologia da ASTERRA foi treinada e refinada em mais de uma década de projetos reais com companhias de saneamento.

250.000+
vazamentos confirmados

650+
clientes em 64 países

10+ anos
de experiência

O comportamento dos vazamentos e a resposta do radar variam conforme o ambiente. Uma base de dados de campo grande e geograficamente diversa permite treinar e refinar a metodologia da ASTERRA com resultados de redes reais, e não apenas com modelos teóricos ou experimentos controlados.

A tecnologia é sustentada pela física de radar consolidada, por processamento patenteado e por mais de uma década de resultados em campo, nos mais diversos ambientes de saneamento.

Antes de comparar fornecedores, faça estas perguntas

Entregas parecidas não representam, necessariamente, capacidades equivalentes. Os compradores devem entender o que cada solução realmente mede e exigir que os fornecedores comprovem o que afirmam.

Pergunte	Por que importa
Qual sinal físico a tecnologia efetivamente analisa?	O resultado se baseia em risco modelado, mudança na superfície, movimentação do terreno ou umidade no subsolo?
Qual sensor de satélite e qual banda de radar são usados?	“Satélite” e até “SAR” são termos amplos demais para definir a capacidade técnica.
Qual configuração de polarização é adquirida e analisada?	Dados em banda L com polarização simples, dupla (dual-pol) e completa (quad-pol) não têm o mesmo nível de informação.
O que o resultado final realmente representa?	Uma probabilidade, uma anomalia na superfície, um sinal de deformação e uma indicação de umidade no subsolo são tipos de evidência fundamentalmente diferentes.
O método distingue o tipo de água buscado de outras fontes de umidade?	Chuva, lençol freático, irrigação e outras fontes também podem gerar sinais de umidade.
O fornecedor consegue comprovar quais imagens e qual metodologia foram usadas?	Peça a data de aquisição, o satélite/sensor, a banda de radar, a configuração de polarização e evidências verificáveis de que as imagens foram adquiridas e usadas.

Defina a capacidade técnica. Valide as evidências. Compare o preço.

Pronto para comparar soluções de detecção de vazamentos por satélite?

Precisa de ajuda para avaliar as opções?

Converse com um especialista da ASTERRA sobre a sua rede, os seus requisitos técnicos ou uma contratação prevista.



asterra.io

ASTERRA

inquiry@asterra.io