

# INVENTARIO MEIOS SISMICOS

## A - INTRODUÇÃO

Os movimentos ecológicos opõem-se firmemente às campanhas de sísmica 3D por explosão em terra (onshore), denunciando o impacto direto das detonações sobre a fauna e os ecossistemas, a destruição dos solos e da vegetação pela passagem de máquinas pesadas, bem como os riscos de contaminação dos lençóis freáticos. Criticam principalmente este método por considerá-lo uma ferramenta que facilita excessivamente a expansão dos combustíveis fósseis.

O público em geral não conhece as evoluções tecnológicas recentes nas técnicas de exploração sísmica e ignora a diversidade de métodos existentes. Na mente do público, os métodos de exploração resumem-se geralmente à sísmica por explosões e à sísmica por Vibroseis (caminhões vibradores).

Os principais argumentos ambientais e societários levantados contra a sísmica tradicional articulam-se em torno de vários eixos maiores:

### 1. Impacto das ondas de choque e dos explosivos na fauna e na flora

- **Perturbação dos ecossistemas:** As cargas explosivas, colocadas em pequenos poços de tiro previamente perfurados, geram ondas sísmicas de alta intensidade. Estas perturbam gravemente os animais terrestres e subterrâneos, provocando estresse agudo, modificações comportamentais duradouras ou até o abandono completo de zonas de reprodução ou de invernada.
- **Destruição de habitats:** Para implantar as linhas físicas de geofones e as fontes (sejam explosivos ou caminhões vibradores), muitas vezes é necessário desmatar e abrir picadas ou caminhos de acesso retilíneos em áreas naturais frágeis ou florestas, levando a uma severa fragmentação dos habitats e a uma erosão acelerada dos solos.

### 2. Riscos associados às perfurações para explosivos

- **Contaminação de aquíferos:** O método por explosão requer a perfuração de poços de tiro com profundidades que variam de alguns metros a várias dezenas de metros. Os especialistas apontam o risco maior de contaminação dos aquíferos superficiais e profundos, seja pela mistura acidental de águas de diferentes camadas ou pela infiltração de resíduos químicos dos explosivos.
- **Degradação geológica:** O uso repetido de dinamite pode gerar microfaturas na matriz rochosa subjacente, modificando de forma irreversível os fluxos de água subterrânea e enfraquecendo a estabilidade mecânica dos solos.

### 3. Perturbações para as comunidades locais

- **Vibrações e poluição sonora:** Explosões sucessivas e o trânsito contínuo de caminhões pesados geram ondas acústicas e vibrações de grande amplitude que incomodam as populações locais e podem provocar microfissuras estruturais nas fundações das edificações vizinhas.

# INVENTARIO MEIOS SISMICOS

## 4. A crítica climática global

- **Prolongamento da era dos combustíveis fósseis:** Além dos danos físicos visíveis diretamente no terreno, o argumento central das organizações não governamentais (ONGs) é que a sísmica 3D é apenas uma fase preparatória para uma exploração industrial dispendiosa. Seu objetivo final continua sendo a descoberta de novos reservatórios de petróleo, gás convencional ou gás de xisto (shale gas). Para os movimentos ambientais, investir massivamente nesta tecnologia contradiz diretamente as metas internacionais de descarbonização e de combate ao aquecimento global.

Nota sobre a diferença fundamental:

A diferença fundamental entre os dois grandes métodos tradicionais reside no controle preciso da energia: a sísmica por explosão libera um impulso acústico violento, destrutivo e instantâneo, enquanto o caminhão vibrador (Vibroseis) injeta no terreno uma onda de frequência contínua, progressiva e modulada.

# INVENTARIO MEIOS SISMICOS

## 5. Comparação detalhada de impactos (Controle da energia)

Categoria de Impacto	Sísmica por Explosivos (Dinamite)	Sísmica por Caminhões Vibradores (Vibroseis)
<b>a- Impactos ambientais e ecológicos</b>	Alto risco de deterioração e trauma na fauna local devido ao efeito de susto por ruído repentino. Potencial contaminação duradoura do subsolo por resíduos químicos das cargas após a detonação.	Poluição sonora contínua, mas progressiva (varredura de frequências), permitindo a fuga preventiva dos animais. O risco de contaminação é estritamente limitado a vazamentos acidentais de fluidos hidráulicos dos veículos.
<b>b- Impactos em estruturas e infraestruturas</b>	Geração de fortes vibrações superficiais que podem rachar edificações próximas. Seu uso é estritamente proibido ou severamente regulamentado perto de centros urbanos.	Uso de frequências moduladas e programadas para evitar atingir a frequência de ressonância das estruturas vizinhas. Desdobramento seguro, comprovado e altamente frequente em ambientes urbanos ou industriais.
<b>c- Impactos geofísicos e qualidade de dados</b>	Sinal de alta frequência ideal para imagear estruturas geológicas muito profundas. No entanto, a zona de impacto direto sofre alteração estrutural (zona plástica), o que altera o sinal de base.	Sinal perfeitamente repetível e ajustável (escolha precisa das faixas de frequência) para focar em camadas geológicas específicas. Contudo, a penetração é menor em sedimentos muito densos ou em profundidades extremas.
<b>d- Impactos logísticos e de terreno</b>	Exige obrigatoriamente a perfuração prévia de poços de tiro profundos. Envolve uma logística complexa ligada à segurança normativa, ao armazenamento e ao transporte de materiais perigosos.	Provoca compactação superficial visível devido ao peso extremo dos caminhões (geralmente de 20 a 30 toneladas). Portanto, seu uso é restrito a terrenos transitáveis ou acessíveis por estradas e trilhas.

## 6. As profundidades de investigação de acordo com os objetivos

A escolha do método de exploração ou de perfuração depende diretamente da profundidade do objetivo geológico:

- Muito baixa profundidade (0 a 50 metros): Geotecnia
  - Esta zona corresponde à construção de infraestruturas, fundações e estudos mecânicos de solos.
  - Ferramentas: Ensaios de penetração (SPT/CPT), Perfuração com trado helicoidal, Amostragem (carotagem) convencional, Tomografia de Resistividade Elétrica (ERT).
- Baixa a média profundidade (50 a 500 metros): Geotecnia pesada e Geotermia rasa

# INVENTARIO MEIOS SISMICOS

- Este segmento visa grandes obras civis (túneis) e geotermia por sondas (bombas de calor).
- Ferramentas: Perfuração Rotatória (circulação direta), Perfuração com martelo de fundo (DTH), Sísmica de refração.
- Grande profundidade (500 a 3.000 metros): Geotermia profunda (Hidrotermia)
  - Esta profundidade busca a captura de aquíferos quentes para redes de aquecimento urbano ou produção de eletricidade.
  - Ferramentas: Perfuração Rotatória pesada (com motores de fundo de alto desempenho para perfuração direcionada), Sísmica de reflexão 2D/3D, Perfilagem elétrica/Perfilagem de poço (gamma-ray, nêutrons).
- Muito grande profundidade (Além de 3.000 a 7.000 metros): Petróleo, Gás e Sistemas Geotérmicos Estimulados (EGS)
  - Este domínio de profundidade extrema requer tecnologias de ponta para resistir a pressões e temperaturas intensas.
  - Ferramentas: Tecnologia satelital RSS-NMR (toda a aquisição de dados é realizada a partir do espaço via satélites dedicados), Sísmica de reflexão 3D/4D (monitoramento dinâmico do deslocamento de fluidos).

## B - VIBROSEIS VERSUS EXPLOSÃO

O impacto ambiental, logístico e técnico do método Vibroseis (caminhões vibradores) e da sísmica por explosão (dinamite) varia radicalmente dependendo da natureza topográfica do terreno.

Geralmente, prefere-se o método Vibroseis em ambientes urbanos e desérticos devido à sua segurança operacional e rapidez de execução. Por outro lado, a sísmica por explosão continua sendo tecnicamente indispensável em florestas densas devido às severas restrições de acessibilidade geográfica.

### Análise detalhada por ambiente de intervenção

#### 1. Impacto em ambientes florestais / floresta densa

- **Vibroseis - Destruição da flora:** Caminhões que pesam várias dezenas de toneladas exigem a abertura de picadas retilíneas de 3 a 5 metros de largura, provocando um desmatamento local significativo.
- **Vibroseis - Fragmentação de habitats:** A abertura dessas vias largas perturba duradouramente a fauna silvestre e rompe corredores ecológicos.
- **Vibroseis - Compactação do solo:** O peso extremo dos equipamentos destrói de maneira irreversível a estrutura superficial e a porosidade do solo florestal.
- **Sísmica por explosão - Preservação do dossel (canópia):** O transporte de equipamentos leves de perfuração requer apenas trilhas estreitas com menos de 1,5 metros de largura.
- **Sísmica por explosão - Perturbação efêmera:** As detonações subterrâneas provocam um ruído instantâneo que assusta pontualmente a fauna, mas o impacto físico no habitat permanece mínimo a longo prazo.

# INVENTARIO MEIOS SISMICOS

## 2. Impacto em ambientes desérticos

- **Vibroseis - Logística ideal:** Os grandes espaços planos permitem que os comboios de caminhões progridam a velocidades recordes.
- **Vibroseis - Zero resíduos:** Este método não deixa resíduos químicos no solo e não requer o uso de água.
- **Vibroseis - Pegadas superficiais:** A passagem deixa marcas de pneus na areia, que são rapidamente apagadas pela ação natural do vento.
- **Sísmica por explosão - Dificuldades de perfuração:** A perfuração de poços de tiro em dunas de areia instáveis exige revestimentos (casings) sistemáticos, o que retarda o avanço.
- **Sísmica por explosão - Consumo de recursos:** O processo de perfuração consome grandes volumes de água, um recurso crítico e escasso em ambientes desérticos.

## 3. Impacto em ambientes urbanos e periurbanos

- **Vibroseis - Segurança das infraestruturas:** As vibrações emitidas são programadas eletronicamente (curvas de varredura). Elas respeitam normas estritas para evitar danos a fundações de edifícios ou tubulações enterradas.
- **Vibroseis - Perturbação sonora moderada:** O ruído emitido é comparável ao de um grande motor de caminhão industrial operando por alguns segundos.
- **Sísmica por explosão - Perigo crítico:** Ondas de choque de uma explosão subterrânea não controlada podem rachar edifícios, quebrar janelas e romper redes de serviços sensíveis (gás, água).
- **Sísmica por explosão - Proibição legal:** Em quase todos os países, o uso de dinamite é totalmente proibido perto de áreas habitadas por razões óbvias de segurança pública.

### Conclusão da avaliação de terreno:

A escolha da tecnologia baseia-se em um refinado compromisso entre acessibilidade geográfica e preservação ambiental. O método Vibroseis impõe-se onde os veículos podem circular sem destruir a natureza (cidades, desertos, planícies). Por outro lado, a sísmica por explosão continua sendo o único método viável para imagear o subsolo em zonas de topografia complexa (florestas densas). No entanto, está claro que nenhuma destas técnicas convencionais pode ser utilizada de forma responsável dentro de um parque nacional devido aos danos colaterais.

## C - NOVAS TECNOLOGIAS DE EXPLORAÇÃO: RSS-NMR E SÍSMICA DE BAIXO IMPACTO

O uso da tecnologia RSS-NMR (Remote Sensing Survey - Nuclear Magnetic Resonance) representa uma das soluções mais inovadoras e respeitosas para estudar o subsolo de um parque natural ou de uma área ecologicamente protegida. Diferente da sísmica 3D convencional, que exige pesadas intervenções físicas, a RSS-NMR é um método estritamente passivo e não intrusivo.



Michel L. Friedman-Matarese

(Destom LH 67/11)

Mobile: +591-71696657

Speaker: FR-UK-ES-BR/PT

WhatsApp: +591-71696657

GMT: -04h

Email: michel@geo-nmr.net

Base: Bolívia, Santa Cruz

In Charge: África & Américas

# INVENTARIO MEIOS SISMICOS

## 1. Gargalos da sismica clássica em áreas sensíveis

- **Destruição da flora:** Obrigação de abrir linhas retas (picadas) cortando a vegetação nativa.
- **Perturbação da fauna:** Explosões ou fortes vibrações induzem poluição sonora contínua e microssismos constantes que afugentam os animais selvagens.
- **Obstáculos administrativos bloqueantes:** A obtenção de licenças ambientais de exploração nessas áreas protegidas costuma demorar anos ou mostra-se legalmente impossível.

## 2. Princípios fundamentais da alternativa passiva RSS-NMR

- **Sensoriamento Remoto (RSS):** Sensores satelitais realizam análises espectrais avançadas à distância para identificar anomalias geológicas e mapear estruturas de interesse sem contato físico com o solo.
- **Ressonância Magnética Nuclear (RMN/NMR):** Utiliza as variações do campo magnético natural da Terra combinadas com micro-ondas para excitar os prótons dos fluidos (água, hidrocarbonetos) presentes no subsolo. Cada fluido retorna uma assinatura eletromagnética única, uma 'impressão digital' molecular para identificação precisa.

## 3. Aplicações concretas para a conservação de parques naturais

- **Hidrogeologia e gestão da água:** Mapear com precisão os aquíferos, avaliar a porosidade do solo e garantir o abastecimento de água potável sem alterar os ecossistemas superficiais.
- **Estudos estruturais e prevenção de riscos:** Detectar falhas geológicas ou zonas de fratura para prevenir deslizamentos de terra ou riscos sísmicos naturais.
- **Transição energética:** Avaliar o potencial geotérmico de uma zona.

## D - ANÁLISE COMPARATIVA TRIPARTITE DE TECNOLOGIAS DE EXPLORAÇÃO

Estas três técnicas apresentam grandes diferenças em seus impactos ambientais, operacionais e técnicos. As duas primeiras são métodos geofísicos 'ativos', enquanto a RSS-NMR é um método passivo e não destrutivo, baseado em imagens de satélite e ressonância magnética atômica.

## 1. Avaliação detalhada de impactos por tecnologia

### Sísmica por Explosão (Dinamite)

- **Impacto ambiental: Alto.** Requer a perfuração de poços de tiro, perturba a fauna local e danifica a flora durante a abertura de linhas.
- **Impacto vibratório e estrutural: Alto.** As explosões geram ondas de choque breves, mas violentas. Risco real para a estabilidade do solo e infraestruturas próximas.
- **Impacto acústico: Alto.** Perturbações acústicas massivas, aéreas e subterrâneas para a fauna.
- **Impacto logístico:** Alto risco crítico ligado ao manuseio, armazenamento e transporte de materiais perigosos.

 <b>RSS NMR</b> THE SIMPLE WAY OF EXPLORATION	<b>Michel L. Friedman-Matarese</b> <small>(Destom LH 67/11)</small>
 <b>GEO-NMR.NET</b> Exploration by satellite	 Mobile: +591-71696657
	 WhatsApp: +591-71696657
	 Email: <a href="mailto:michel@geo-nmr.net">michel@geo-nmr.net</a>
	 Speaker: FR-UK-ES-BR/PT
	 GMT: -04h
	 Base: Bolívia, Santa Cruz
	 In Charge: África & Américas

# INVENTARIO MEIOS SISMICOS

## Sísmica por Caminhões Vibradores (Vibroseis)

- **Impacto ambiental: Moderado.** Não são utilizados explosivos. O impacto principal decorre da compactação mecânica do solo e desmatamento mínimo.
- **Impacto vibratório e estrutural: Baixo a Controlado.** As vibrações são injetadas de forma contínua e progressiva (varredura de frequências), cumprindo estritas normas regulatórias.
- **Impacto acústico: Moderado.** O ruído origina-se principalmente dos motores de combustão interna dos caminhões operando em altas rotações.

## Exploração por RSS-NMR (Sensoriamento Remoto e RMN)

- **Impacto ambiental, vibratório e acústico: Estritamente ZERO.** Esta é a principal vantagem competitiva. Como a aquisição ocorre a partir do espaço, não emite ondas de choque, não requer veículos pesados, nem perfurações, gerando zero perturbação.
- **Impacto regulatório e social: Muito Baixo.** Elimina a necessidade de obter licenças ambientais complexas ou negociar direitos de passagem prolongados.

## 2. Processo de tomada de decisão estratégica e marcação de 'Sweet Points'

A tecnologia RSS-NMR mapeia e aponta com precisão os 'Sweet points' (zonas ótimas de acumulação de fluidos) no bloco explorado. Nesta etapa, os proprietários do bloco devem realizar uma revisão estratégica interna para decidir se lançam a fase subsequente de poços exploratórios de teste.

Embora o método RSS-NMR forneça as coordenadas completas para localizar diretamente um poço (longitude, latitude, profundidade, pressão), frequentemente os operadores desejam validar e refinar os dados por meio de um método sísmico localizado focado nesses Sweet points. Recomendamos, então, o uso de sistemas sísmicos nodais sem fio modernos (particularmente Sísmica de Baixo impacto (Low Impact Seismic - LIS)), que provam ser a melhor opção sobre superfícies altamente restritas e focadas.

## E - SÍSMICA DE BAIXO IMPACTO OU SÍSMICA POR NODOS PORTÁTEIS

A sísmica de baixo impacto (Low Impact Seismic - LIS) e a sísmica por nodos portáteis representam uma grande revolução tecnológica, permitindo obter imagens do subsolo com ultra-alta resolução, reduzindo drasticamente a pegada ambiental.

### 1. Os pilares da sísmica de baixo impacto (LIS)

- **Linhas de exploração reduzidas e sinuosas:** As linhas físicas de trânsito são reduzidas a larguras mínimas (menos de 2 metros) e desviam manualmente de árvores de grande porte (doglegs), preservando o dossel florestal e ocultando as linhas de visão para proteger a fauna de predadores.
- **Fontes de energia miniaturizadas:** Uso de fontes de ondas significativamente mais leves (pequenas cargas enterradas a pouca profundidade, quedas de minipeso portáteis ou fontes vibratórias leves).



Michel L. Friedman-Matarese

(Destom LH 67/11)

Mobile: +591-71696657

Speaker: FR-UK-ES-BR/PT

WhatsApp: +591-71696657

GMT: -04h

Email: michel@geo-nmr.net

Base: Bolívia, Santa Cruz

In Charge: África & Américas

# INVENTARIO MEIOS SISMICOS

- **Sísmica passiva:** Uso cada vez maior do ruído ambiental natural da Terra (vibrações oceânicas, vento, atividade humana) como fonte contínua de ondas, eliminando a necessidade de gerar explosões ou vibrações artificiais.

## 2. Funcionamento dos sistemas nodais sem fios (Nodos Portáteis)

Esta é a tecnologia-chave que torna a sísmica de baixo impacto logisticamente viável em ambientes sensíveis. A sísmica nodal substitui milhares de quilômetros de cabos de cobre pesados por unidades autônomas, miniaturizadas e completamente sem fio.

- **O conceito de 'Nodo':** Um nodo é uma pequena caixa eletrônica impermeável 'tudo-em-um' que integra um sensor geofone ou acelerômetro, uma bateria interna de alta capacidade, um chip GPS para sincronização e memória Flash interna.
- **Aspecto 'Portátil' (Desdobramento manual):** Equipes leves a pé transportam mochilas simples contendo dezenas de nodos (como SÍSMICA DE BAIXO IMPACTO (LOW IMPACT SEISMIC - LIS)) e os plantam diretamente no solo densamente, sem necessidade de grandes escavações.
- **Registro contínuo:** Os nodos registram as vibrações do solo de forma contínua por várias semanas. Ao final da missão, são recuperados a pé e conectados a um centro de dados móvel (Nest) para colher as medições.

## F - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES ESTRATÉGICAS

O método ideal para explorar possíveis reservas de petróleo dentro de uma área altamente protegida como o Parque Nacional do Chaco paraguaio é o método de BAIXO IMPACTO combinado com RMN (RSS-NMR). Ele oferece o compromisso perfeito entre o imageamento geológico profundo e uma pegada ambiental mínima na superfície, excluindo eficazmente o uso destrutivo de explosões.

### 1. Benefícios da aliança tecnológica RSS-NMR + SÍSMICA DE BAIXO IMPACTO (LOW IMPACT SEISMIC - LIS)

#### Máxima rentabilidade e eficiência operacional

- **Screening de blocos via RSS-NMR:** A exploração é planejada em duas fases. O valor central do RSS-NMR é sua capacidade de analisar vastas áreas de superfície rapidamente a partir do espaço, sem atrair atenção especulativa ou gerar alertas no terreno (modo Spy). Isso reduz drasticamente o escopo geográfico e os custos da fase dois.
- **Redução drástica de custos de campo:** O uso exclusivo de nodos miniaturizados SÍSMICA DE BAIXO IMPACTO (LOW IMPACT SEISMIC - LIS) reduz os custos operacionais de campo em até 50% em comparação com a sísmica terrestre clássica.
- **Complementaridade das escalas de medição:** O RSS-NMR fornece um macro-mapeamento remoto. Isso permite focar nas áreas específicas de interesse antes de implantar a sísmica nodal no terreno para obter imagens de alta fidelidade das estruturas geológicas.



Michel L. Friedman-Matarese

(Destom LH 67/11)

Mobile: +591-71696657

Speaker: FR-UK-ES-BR/PT

WhatsApp: +591-71696657

GMT: -04h

Email: michel@geo-nmr.net

Base: Bolívia, Santa Cruz

In Charge: Africa & Américas

# INVENTARIO MEIOS SISMICOS

- **Velocidade de processamento:** O desdobramento ultra-rápido de nodos leves (150 gramas cada) combinado com dados de satélite acelera o ciclo geral, reduzindo os tempos finais de processamento de dados de 30% a 50%.

## Pegada ambiental praticamente nula (Low Impact)

- **Zero desmatamento:** Os nodos SÍSMICA DE BAIXO IMPACTO (LOW IMPACT SEISMIC - LIS) são transportados manualmente a pé pelos operadores. Não há mais necessidade de derrubar árvores ou destruir arbustos para estabelecer caminhos de trânsito base (sem desmate de linhas).
- **Preservação do solo e do ecossistema:** A ausência total de caminhões vibradores pesados elimina os riscos de compactação do solo e preserva a flora e fauna nativas. O RSS-NMR, por ser um método passivo remoto, gera absolutamente zero perturbação em campo.
- **Redução da pegada de carbono:** Aligeirar a logística de campo e remover os veículos de transporte pesado reduz massivamente as emissões de CO<sub>2</sub> associadas ao projeto.

## Precisão e resolução de imagem incomparáveis

- **Detecção direta vs. indireta:** A sísmica clássica mapeia estruturas geológicas de forma indireta. O acoplamento com RMN detecta diretamente a assinatura específica dos átomos de hidrogênio dos fluidos, fornecendo estimativas imediatas de porosidade, permeabilidade e a natureza exata do fluido (água vs. hidrocarbonetos).
- **Ultra-alta densidade de dados:** O baixo custo unitário e a miniaturização permitem o desdobramento de dezenas de milhares de sensores no solo. Essa densidade oferece uma resolução de imagem 3D/4D com clareza sem precedentes.

## Flexibilidade em todos os terrenos e segurança (HSE)

- **Acesso a terrenos complexos:** Esta combinação de tecnologias permite a exploração em ambientes antes considerados inacessíveis: florestas densas, parques protegidos, terrenos montanhosos íngremes ou desertos de areia.
- **Segurança da equipe:** O transporte manual de cargas ultra-leves diminui drasticamente os riscos trabalhistas associados ao manuseio de cabos pesados ou à condução fora de estrada.

## 2. Roteiro e arbitragens para o ecossistema do Chaco paraguaio

Para realizar este estudo de prospecção em estrito cumprimento das normas ambientais de uma área protegida, uma análise técnica detalhada dita os seguintes compromissos:

- **Vibroseis:** Fornece imagens estruturais nítidas do subsolo em 2D/3D, mas os caminhões são pesados demais e a abertura obrigatória de picadas fragmentaria severamente o ecossistema florestal do Chaco.
- **Explosão:** A ser absolutamente proscria. As detonações causam danos irreversíveis à estrutura do solo local, ameaçam aquíferos e geram estresse acústico extremo em espécies protegidas (onça-pintada, queixada-do-chaco). Além disso, as regulações ambientais paraguaias proíbem estritamente o uso de explosivos nessas zonas.

# INVENTARIO MEIOS SISMICOS

- **RSS-NMR de superfície:** Um excelente método ecológico para estimar a porosidade, mas sua profundidade de investigação é insuficiente por si só para a exploração petrolífera clássica (os reservatórios do Chaco estão a milhares de metros de profundidade, enquanto a RMN de superfície sozinha penetra apenas algumas dezenas de metros). Atua como uma ferramenta de calibração complementar.

## Recomendação Operativa Final:

1. Eliminar de forma definitiva e completa o uso de explosões por dinamite.
2. Utilizar a tecnologia espacial RSS-NMR na Fase 1 como a ferramenta principal de screening global da concessão para mapear com precisão os 'Sweet points' (zonas de maior interesse que contêm fluidos).
3. Desdobrar a sísmica nodal sem cabos (tipo SÍSMICA DE BAIXO IMPACTO (LOW IMPACT SEISMIC - LIS)) na Fase 2 exclusivamente sobre as zonas de Sweet points destacadas. Os operadores se deslocarão estritamente a pé para plantar e recuperar os registradores miniaturizados, eliminando a necessidade de abrir caminhos para maquinário pesado.
4. Integrar a perfilagem RMN de poço diretamente durante as fases posteriores de perfuração exploratória para analisar a saturação de petróleo e água dentro das rochas reservatório profundas, sem qualquer impacto no ecossistema superficial.

**Conclusão Geral:** No âmbito ultra-sensível de um parque natural, a combinação sequencial de RSS-NMR (para a localização não invasiva de Sweet points) seguida de SÍSMICA NODAL DE BAIXO IMPACTO posiciona-se como a única abordagem viável, de alto desempenho e eco-responsável para mapear reservas profundas. As técnicas explosivas devem ser rejeitadas por razões ecológicas óbvias, e a técnica Vibroseis deve ser descartada, pois mostra-se tecnicamente arriscada demais devido às exigências de abertura de picadas para caminhões pesados.