

5.3.2- Linha de tubulação de pvc

A seguir, são apresentados os perfis GPR adquiridos com os seguintes parâmetros, modo de aquisição passo a passo, arranjo de antenas Ey-Ey, frequência de 100MHz e espaçamento entre traços de 0,2m, sendo que, a Figura 5.26 mostra os perfis GPR sobre a linha de tubos de pvc com stacks variando de 4 à 32 e a Figura 5.27 mostra as aquisições realizadas com stacks variando de 64 à 512.

Examinando-se os perfis GPR presentes na Figura 5.26, pode-se notar que, a imagem foi gradativamente melhorada com o aumento sucessivo do empilhamento até o stack com valor 32, onde, a partir de valores maiores não foram notadas melhorias significativas nas imagens. Para essas seções, esse fato pode ser claramente percebido ao longo de cada perfil, principalmente, quando a análise comparativa entre esses perfis é realizada examinando-se as partes mais profundas das seções GPR. Esse aumento gradativo na melhoria da imagem com o aumento do stack, produzido pelo aumento da razão sinal/ruído, é de grande importância, principalmente para objetos que possuem pequenos diâmetros e que estejam localizados em regiões mais profundas.

Apesar do empilhamento ser aumentado constantemente nenhum tubo de pvc pode ser identificado, apenas o tubo metálico guia (F) na posição de 15m. Também é visto um refletor que vai da posição 10 a 13m, o qual, não se refere a um alvo instalado nessa área, mas sim, a um pacote de sedimento, correspondente ao aterro. Vale a pena salientar também, que entre as

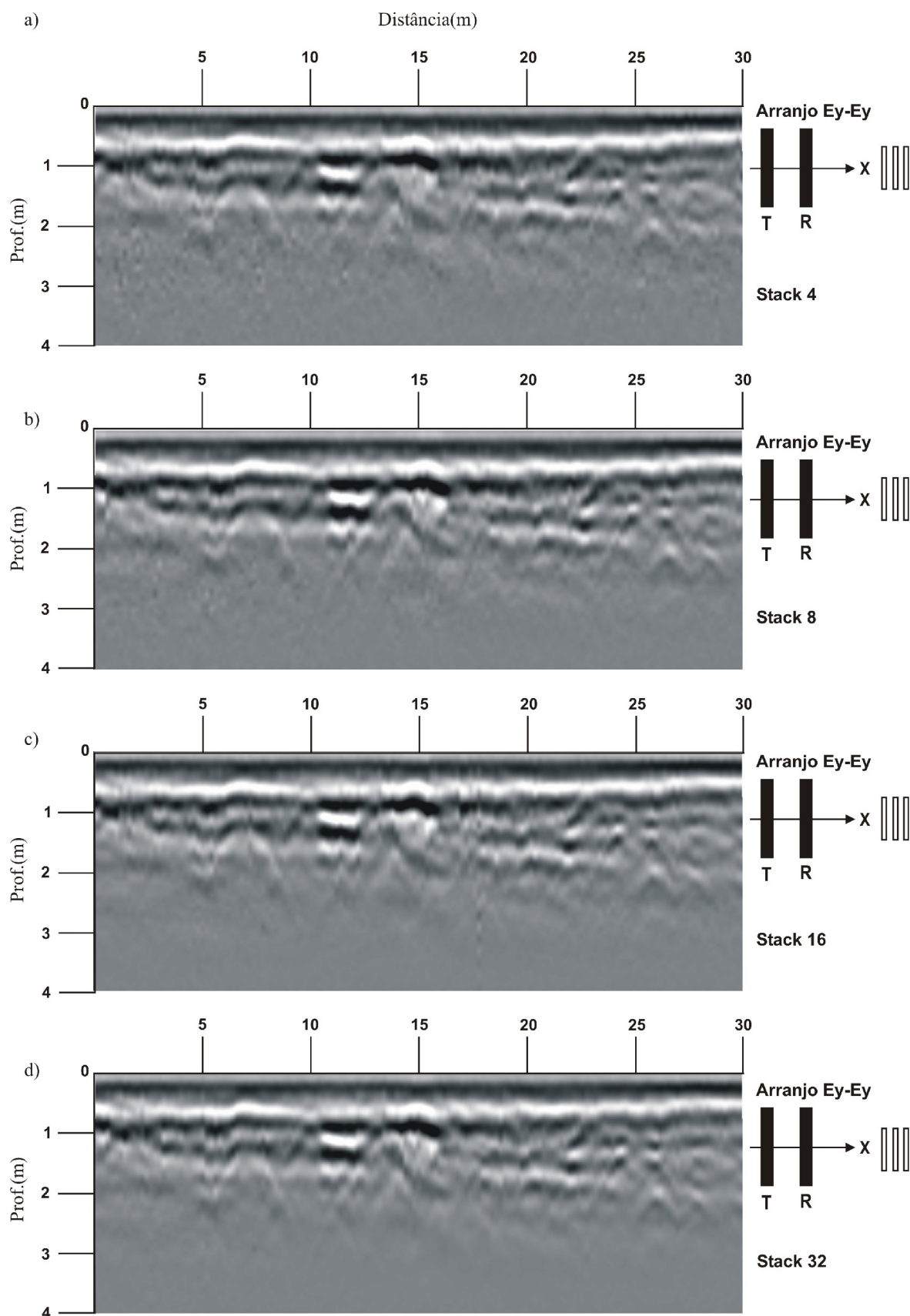


Figura 5.26 – Aquisições realizadas no modo passo a passo, arranjo Ey-Ey, frequência de 100MHz e espaçamento entre traços de 0,2m. a) stack 4, b) stack 8, c) stack 16 e d) stack 32.

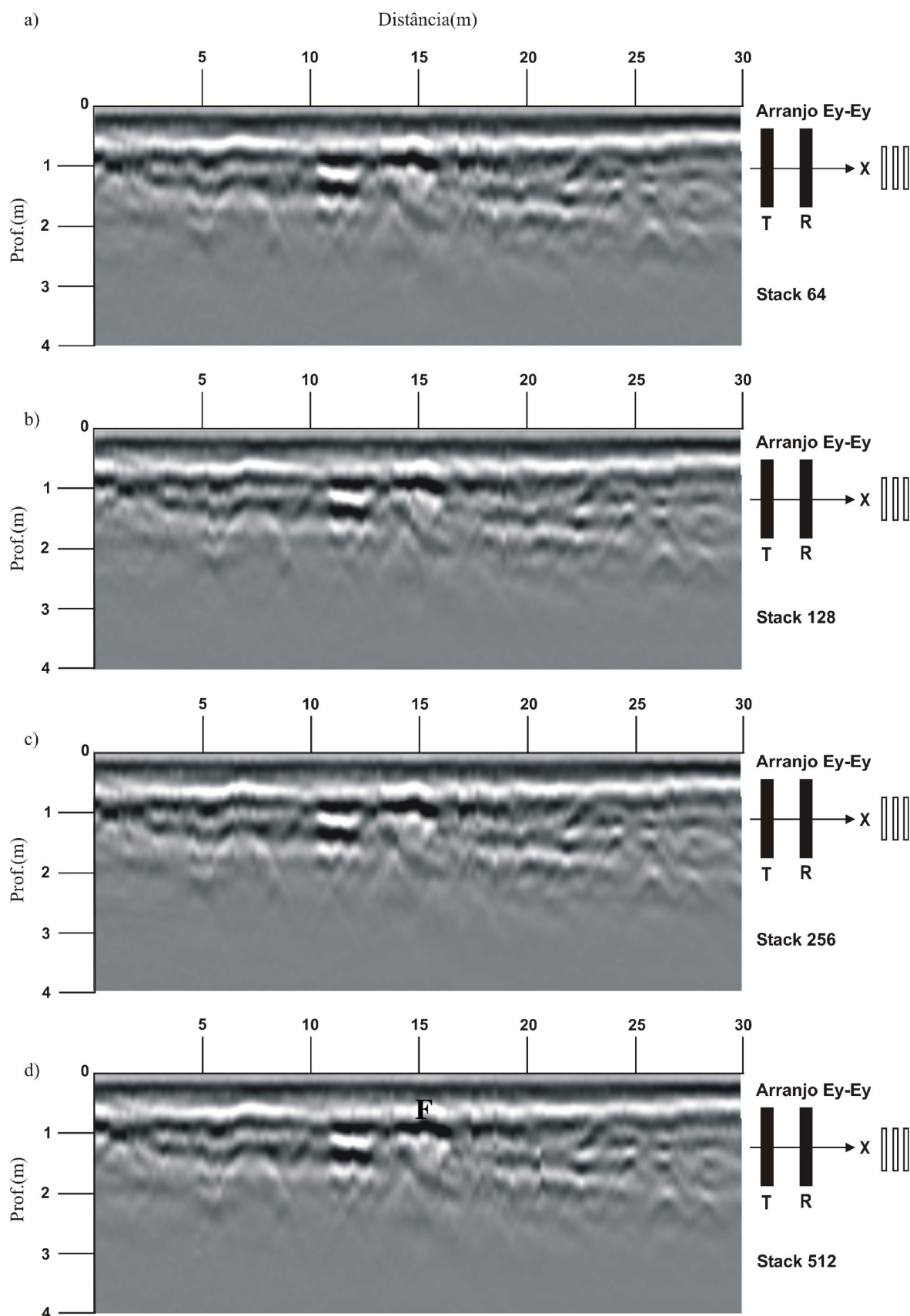


Figura 5.27 – Aquisições realizadas no modo passo a passo, arranjo Ey-Ey, frequência de 100MHz e espaçamento entre traços de 0,2m. a) stack 64, b) stack 128, c) stack 256 e d) stack 512.

posições 24m e 28m são notadas algumas hipérbolas pequenas, as quais, não se referem aos alvos instalados no SCGR, mas, provavelmente às valetas cavadas para inserir os tubos de pvc localizados nas posições de 25m e 27m. Esses refletores não poderiam ser provenientes dos tubos de pvc vazios, os quais, estão abaixo de 1m de profundidade e, dentre todos os alvos instalados, estes são os que possuem menor contraste de impedâncias.

As aquisições da Figura 5.27 realizadas com, modo passo a passo, frequência de 100MHz, arranjo de antenas Ey-Ey e stacks variando de 64 a 512 apresentaram os mesmos resultados das aquisições mostradas na Figura 5.26, ou seja, foram identificadas as mesmas estruturas, como, o tubo metálico guia na posição de 15m, o refletor contínuo que vai da posição de 10m a 13m e as pequenas hipérbolas, provavelmente, relacionadas às valetas cavadas para inserir os tubos de pvc.

A seguir, são apresentadas as seções adquiridas com modo contínuo, frequência de 100MHz, stacks de 4 à 32 e espaçamento entre traços iguais a 0,2m, 0,1m e 0,05m. Assim, como na análise empregada para a seção de manilhas de concreto, nesta para tubos de pvc foram feitas comparações entre os perfis adquiridos com os mesmos espaçamentos entre traços e diferentes empilhamentos, visando, estabelecer a influência do aumento do empilhamento na qualidade da imagem. Também foram feitas comparações entre as aquisições realizadas com os mesmos empilhamentos, mas, com espaçamentos entre traços diferentes, visando, estabelecer a influência da variação dos espaçamentos entre traços nas aquisições dos dados. Por último, são apresentadas as comparações entre as seções dos modos, passo a passo e contínuo para frequências de 100MHz e arranjos de antenas Ey-Ey. Assim, são apresentados os radargramas reais adquiridos sobre as tubulações de pvc com o modo contínuo, arranjo de antenas Ey-Ey, frequência de 100MHz e empilhamentos variando de 4 à 32, onde a Figura 5.28 mostra o perfil com espaçamento entre traços de 0,2m, a Figura 5.29 mostra o perfil com o espaçamento de 0,1m e a Figura 5.30 mostra o perfil com

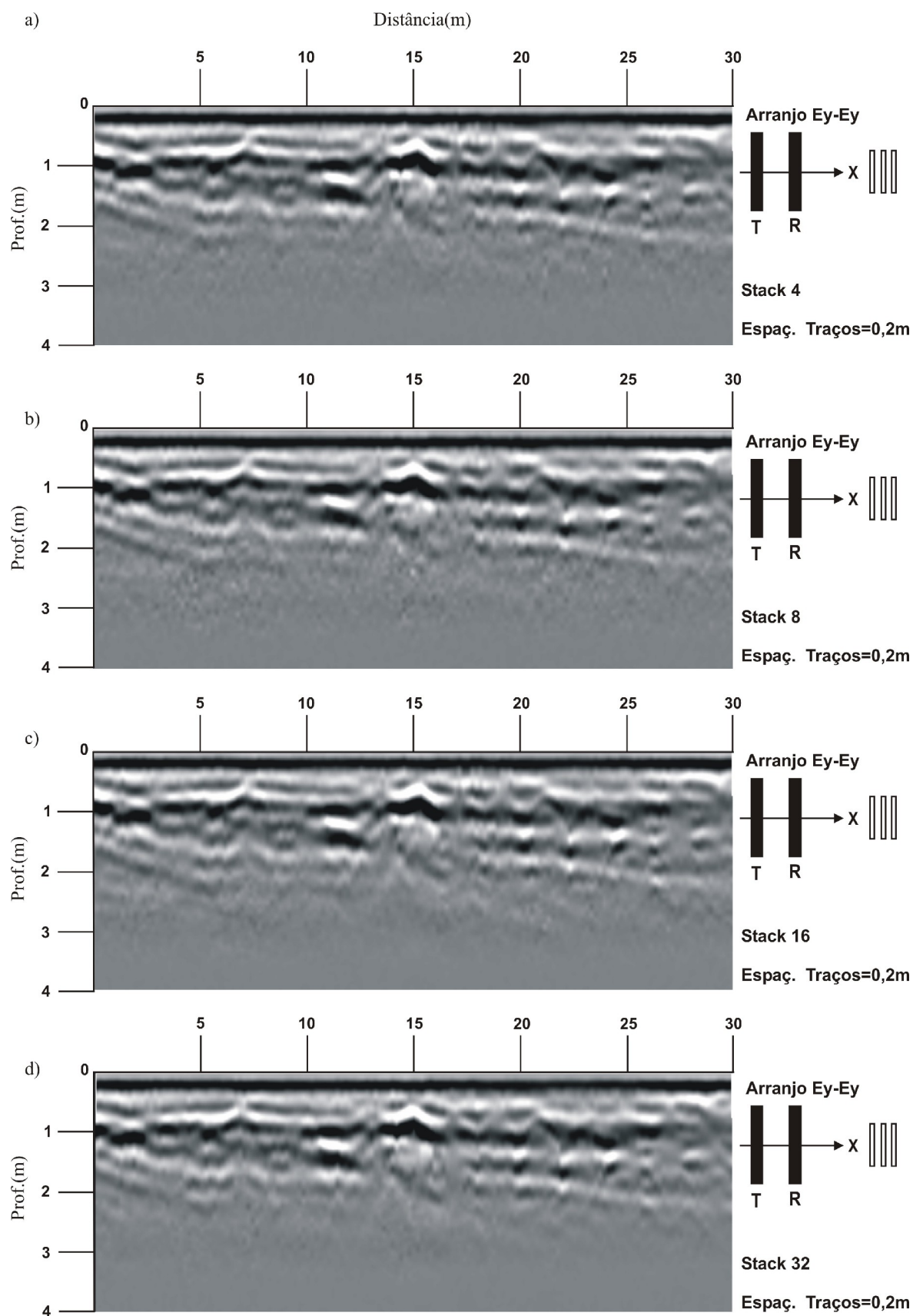


Figura 5.28 – Aquisições realizadas no modo contínuo, arranjo Ey-Ey, frequência de 100MHz e espaçamento entre traços igual a 0,2m. a) stack 4, b) stack 8, c) stack 16 e d) stack 32.

espaçamento de 0,05m.

Através, de uma análise visual e comparativa entre cada seção GPR, com mesmos espaçamentos entre traços e diferentes valores de empilhamentos, como são os casos das seções contidas nas Figuras 5.28, 5.29 e 5.30, nota-se que os perfis GPR que foram adquiridos com maiores valores de empilhamentos possuem melhor nitidez em toda a seção, principalmente, ao longo da profundidade.

Comparando-se as seções adquiridas com empilhamentos iguais e diferentes espaçamentos entre traços, pode-se concluir que, não houve melhoria visual dos refletores dos tubos de PVC implantadas no SCGR. Além disso, comparando-se as aquisições provenientes dos modos passo a passo e contínuo, ambos, realizados com frequência de 100MHz e arranjos de antenas Ey-Ey, constata-se que apenas o tubo metálico guia F foi imageado.

Como é observado, nestas aquisições foram utilizados diversos parâmetros para o levantamento dos dados, tais como, empilhamentos e espaçamentos entre traços, assim, como nas aquisições realizadas sobre as manilhas de concreto. Apesar, dos pequenos diâmetros dos alvos eram esperadas respostas, principalmente, das aquisições no modo contínuo com espaçamento entre traços de 0,05m. Contudo, isso não ocorreu, devido, a alguns motivos como, baixo contraste entre as propriedades dielétricas dos tubos de PVC e do background, grande espaçamento entre traços em relação aos diâmetros dos alvos, comprimento de onda (λ) relativamente alto em relação ao diâmetro dos tubos, aproximadamente igual a 0,70m.

Sendo assim, são apresentadas a seguir aquisições com frequências de 200MHz, onde a Figura 5.31 mostra aquisições com stacks de 4 a 32 e a Figura 5.32 mostra aquisições com stacks variando de 64 a 512, ambas, no modo passo a passo e arranjos Ey-Ey.

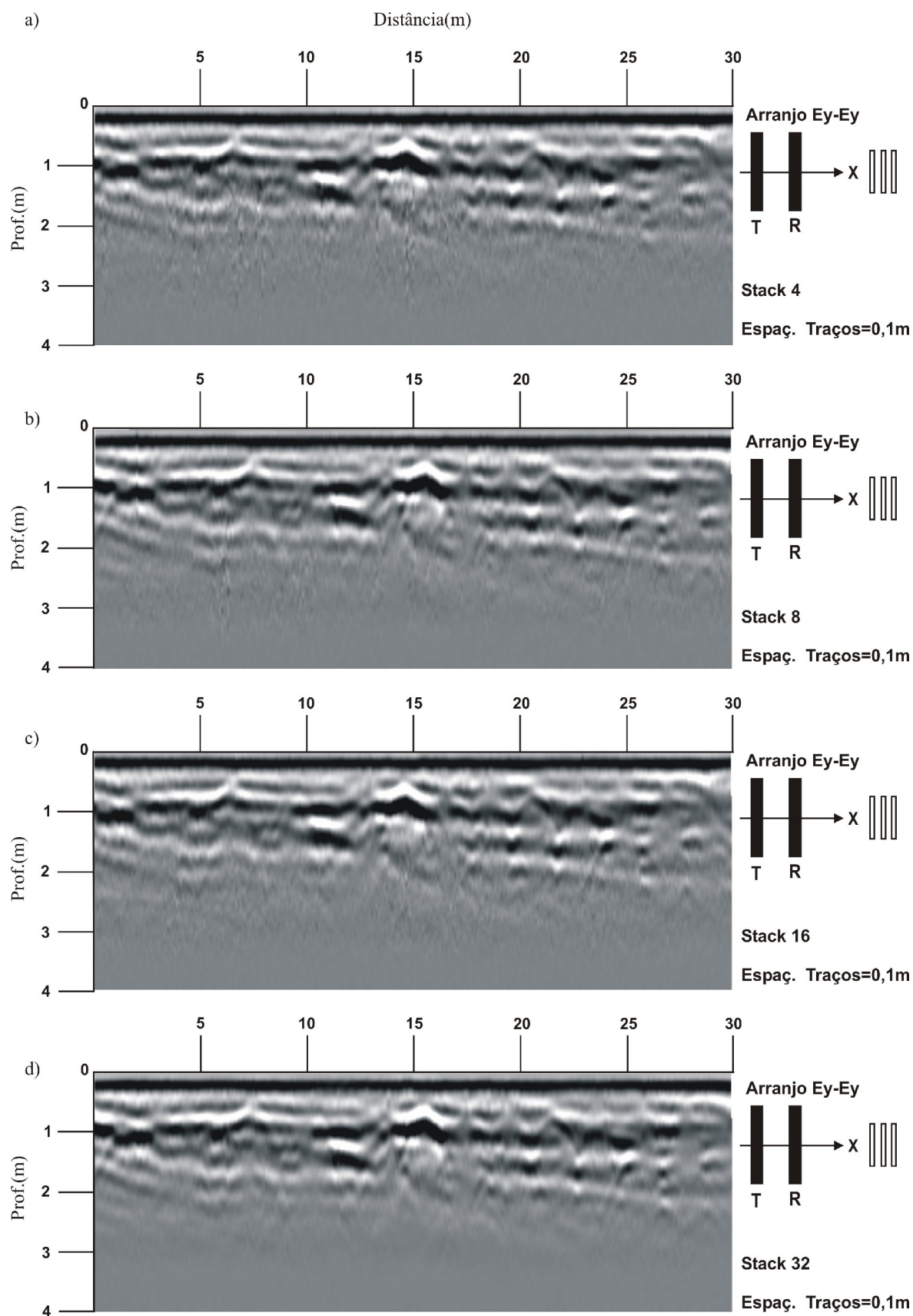


Figura 5.29 – Aquisições realizadas no modo contínuo, arranjo Ey-Ey, frequência de 100MHz e espaçamento entre traços igual a 0,1m. a) Stack 4, b) Stack 8, c) Stack 16 e d) Stack 32.

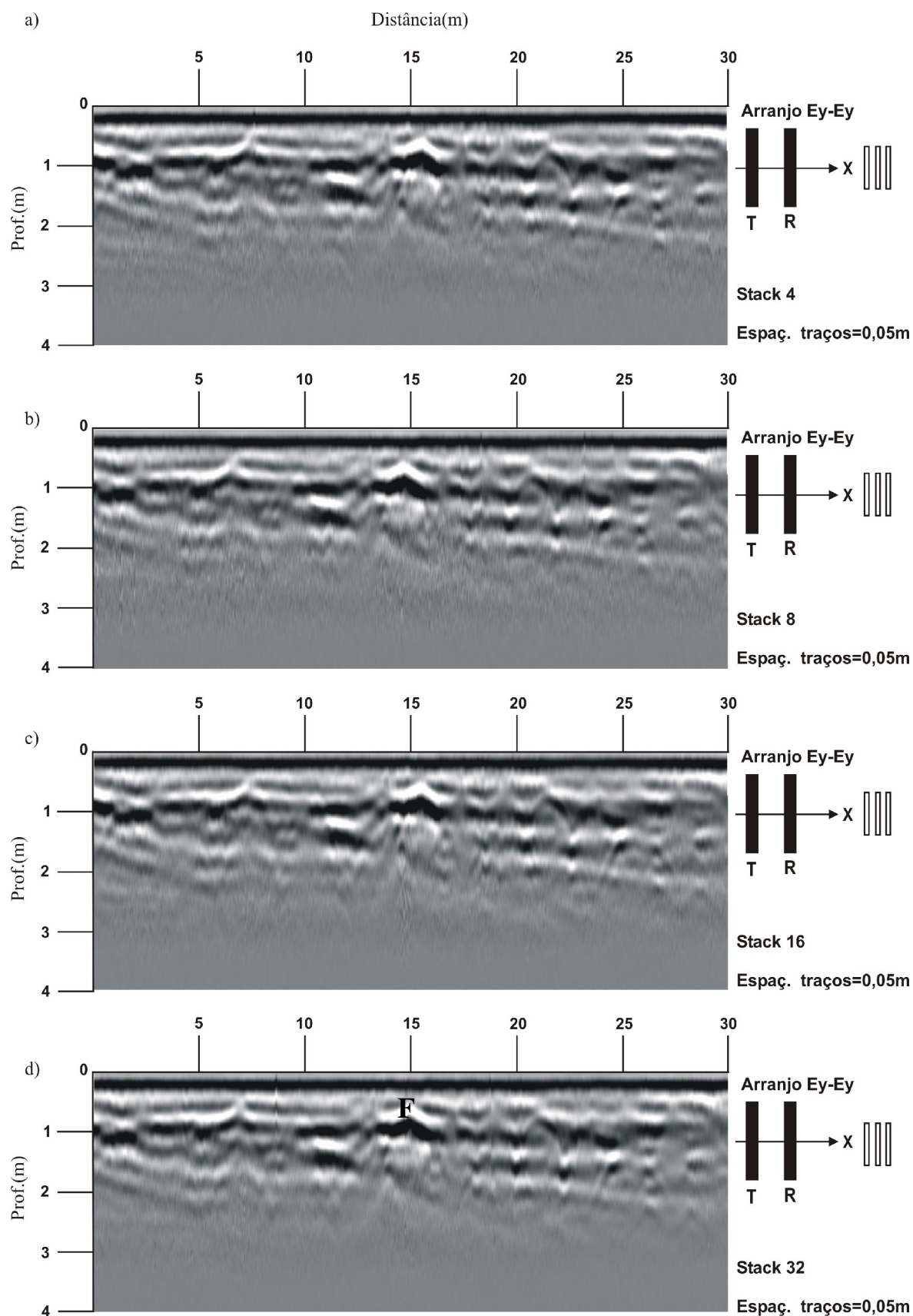


Figura 5.30 - Aquisições realizadas no modo contínuo, arranjo Ey-Ey, frequência de 100MHz e espaçamento entre traços igual a 0,05m. a) Stack 4, b) Stack 8, c) Stack 16 e d) Stack 32.

Examinando-se as Figuras 5.31 e 5.32, pode-se notar que, apesar dos valores de empilhamentos serem aumentados sucessivamente, de perfil para perfil, nenhuma mudança visual significativa pode ser apontada, ou seja, as seções mostradas em ambas as figuras apresentaram imagens similares.

No entanto, quando comparamos essas seções GPR com as adquiridas com frequências de 100MHz são encontradas diferenças nítidas, pois com a mudança da frequência de 100MHz para 200MHz foi possível identificar alguns refletores, que até então não haviam sido identificados, como por exemplo, os refletores, A e I referentes, respectivamente, aos tubos preenchido e semi preenchido por água de torneira, além do tubo de pvc vazio J e do tubo metálico guia F.

Como pode ser notado, a visualização desses alvos se tornou possível, devido à diminuição do comprimento de onda, proporcionado pela antena de 200MHz, a qual possibilitou o aumento da resolução vertical.

Devido, ao fato das outras estruturas não serem identificadas, se fez necessário mais aquisições, porém, no modo contínuo, pois, através deste torna-se possível a utilização de espaçamentos entre traços menores, os quais, aumentam a resolução lateral das estruturas estudadas, sendo adequados à visualização de estruturas de pequenos diâmetros, como, os tubos de pvc. Dessa maneira, são apresentadas a seguir, as aquisições com os seguintes parâmetros, modos contínuos, frequências de 200MHz, arranjos de antenas Ey-Ey e stacks (empilhamentos) variando de 4 a 32, onde a Figura 5.33 corresponde às aquisições com espaçamentos entre traços iguais a 0,2m, a Figura 5.34, corresponde às aquisições com espaçamentos entre traços iguais a 0,1m e a Figura 5.35, corresponde às aquisições com espaçamentos entre traços iguais a 0,05m.

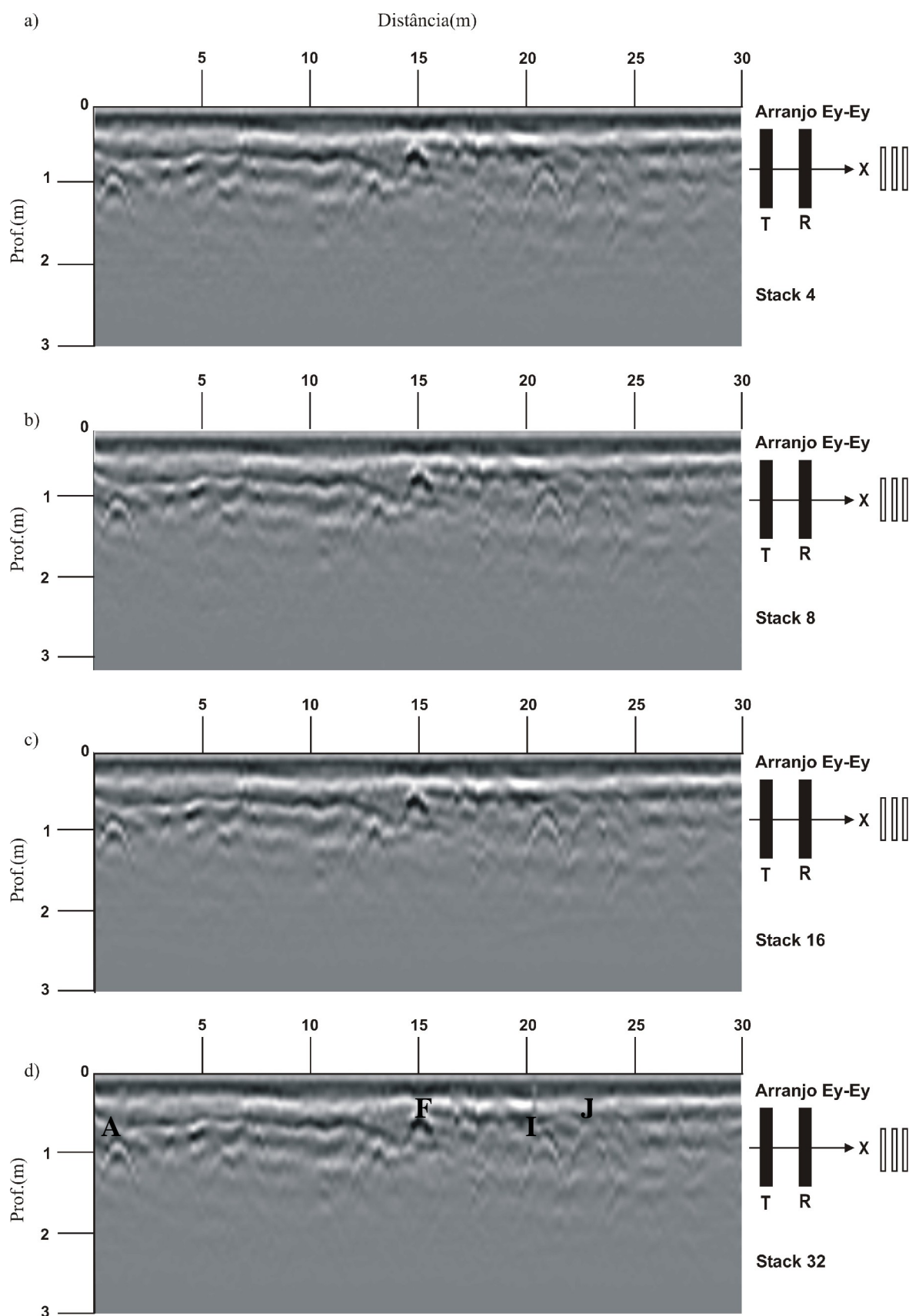


Figura 5.31 – Aquisições realizadas no modo passo a passo, arranjo Ey-Ey, frequência de 200MHz e espaçamento entre traços de 0,2m. a) stack 4, b) stack 8, c) stack 16 e d) stack 32.

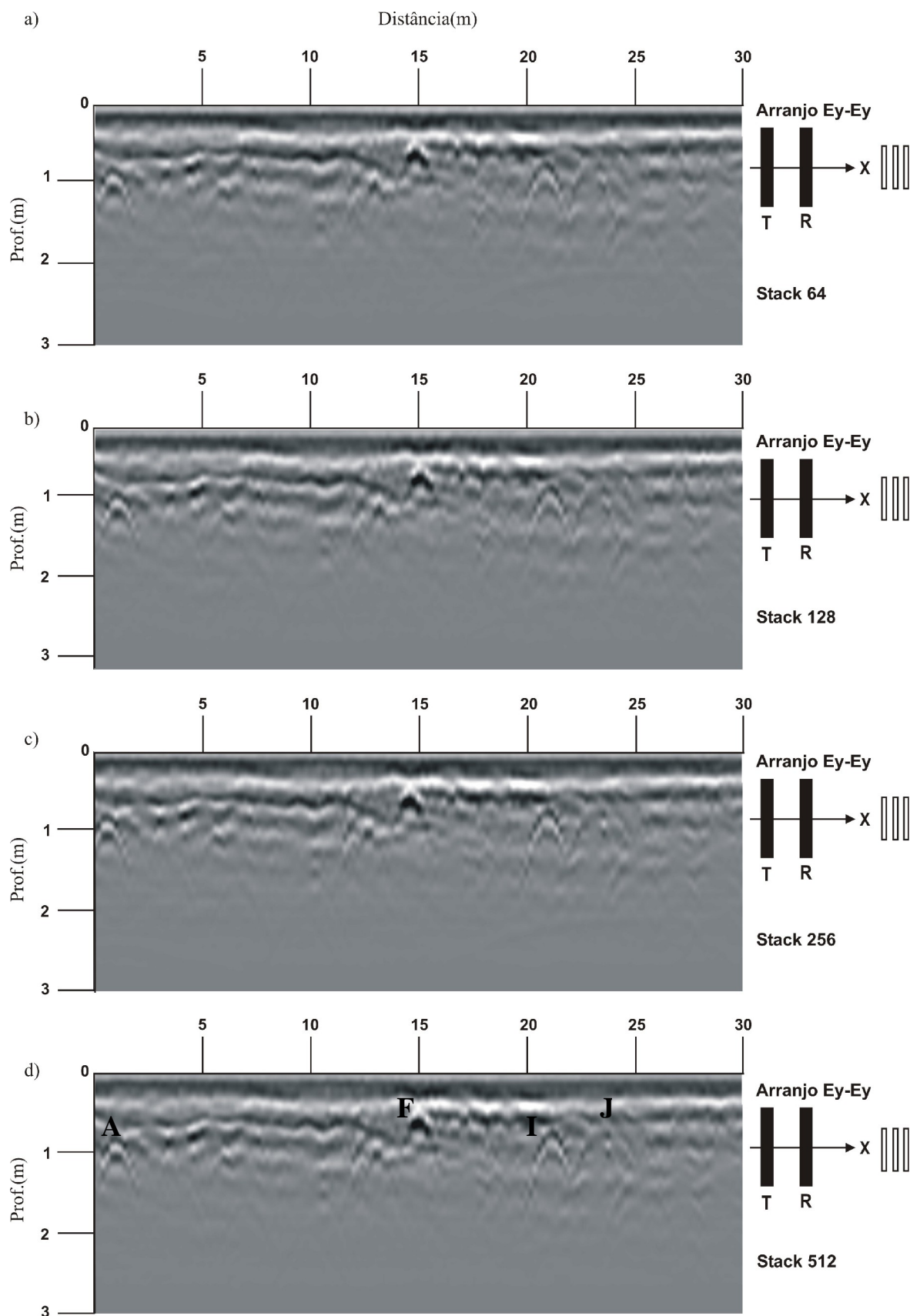


Figura 5.32 – Aquisições realizadas no modo passo a passo, arranjo Ey-Ey, frequência de 200MHz e espaçamento entre traços de 0,2m. a) stack 64, b) stack 128, c) stack 256 e d) stack 512.

Comparando-se as seções com empilhamentos diferentes e espaçamentos entre traços iguais, pode-se notar de maneira geral, que, à medida que, o empilhamento é aumentado as seções passam a ter maior nitidez, principalmente, comparando-se as partes mais profundas das seções GPR. No entanto, as maiores diferenças entre os refletores dos perfis GPR são percebidas, quando, são comparadas seções com empilhamentos iguais e diferentes espaçamentos entre traços, ou seja, os alvos passam a ser melhor visualizados com maior resolução lateral, à medida que, o espaçamento entre traços é diminuído, visto que, a estrutura é melhor detalhada, pois, haverá mais traços por unidade de comprimento investigado.

No entanto, mesmo no modo contínuo, onde foram aplicadas variações dos parâmetros de empilhamento e espaçamento entre traços, não foi possível a identificação de outros alvos, além dos já mencionados, A e I, relacionados, respectivamente, aos alvos totalmente e parcialmente preenchidos por água, e do alvo F, sendo este último, referente ao tubo metálico guia.

Portanto, pode-se resumir, dentre todas as aquisições realizadas com as antenas no modo Ey-Ey, que apenas os alvos mais rasos foram detectados, sendo que, os alvos A e I, preenchido e semi preenchido por água, respectivamente, apresentaram refletores com maiores amplitudes do que o alvo J correspondente ao alvo vazio e, para estes, os parâmetros que apresentaram maior eficiência na detecção foram, modo contínuo com frequência de 200MHz, espaçamento entre traços de 0,05m e stack (empilhamento) igual a 32, pois o conjunto destes parâmetros proporcionou maior resolução vertical e lateral ao longo de todo perfil.

Até o momento foi utilizado apenas um arranjo de antenas, o Ey-Ey, o qual, corresponde apenas a um tipo de polarização. Assim, para estudar o efeito da polarização sobre as imagens são apresentados a seguir os perfis adquiridos sobre outra polarização, ou seja, com o arranjo de antenas Ex-Ex.

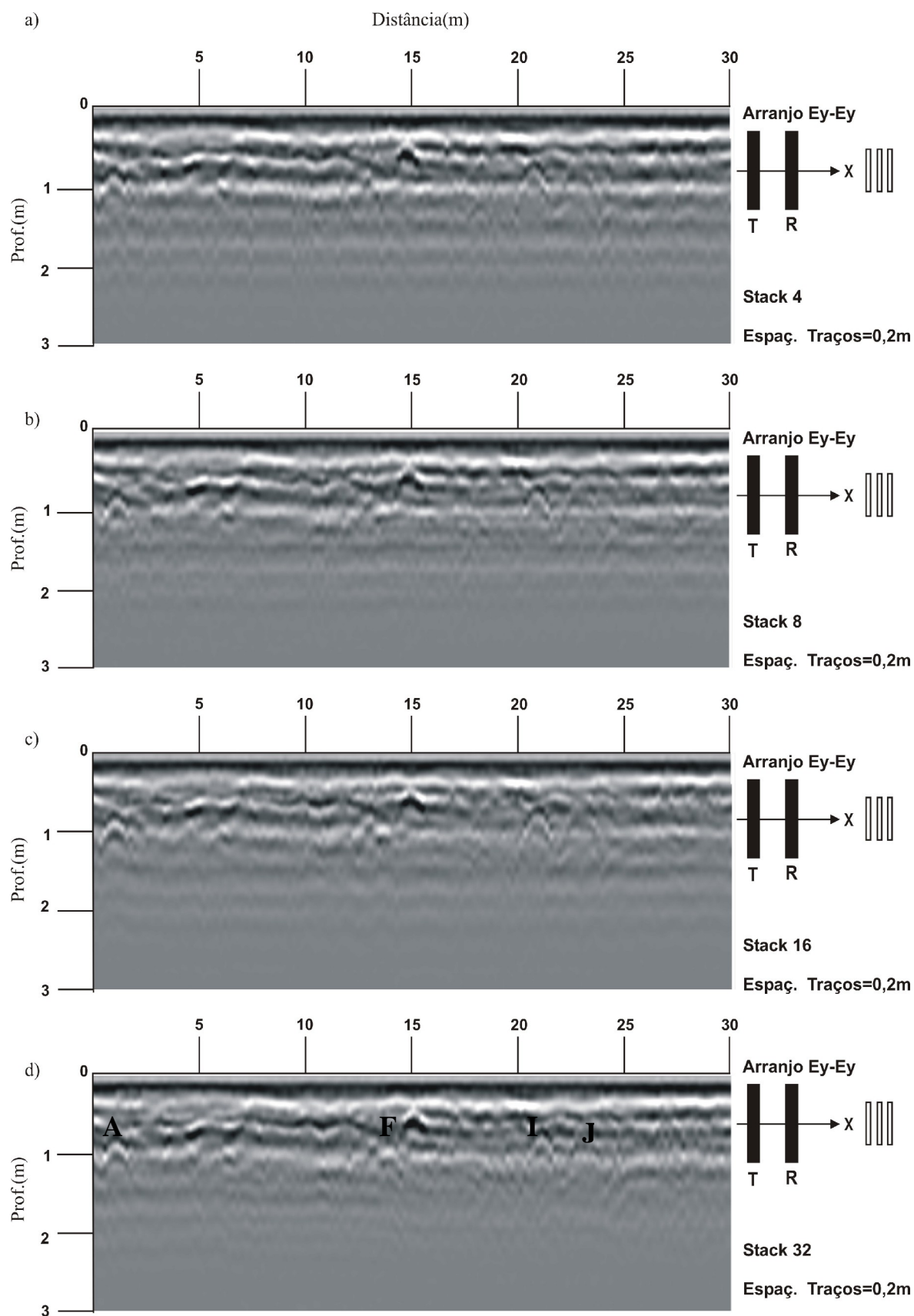


Figura 5.33 – Aquisições realizadas no modo contínuo, arranjo Ey-Ey, frequência de 200MHz e espaçamento entre traços igual a 0,2m. a) stack 4, b) stack 8, c) stack 16 e d) stack 32

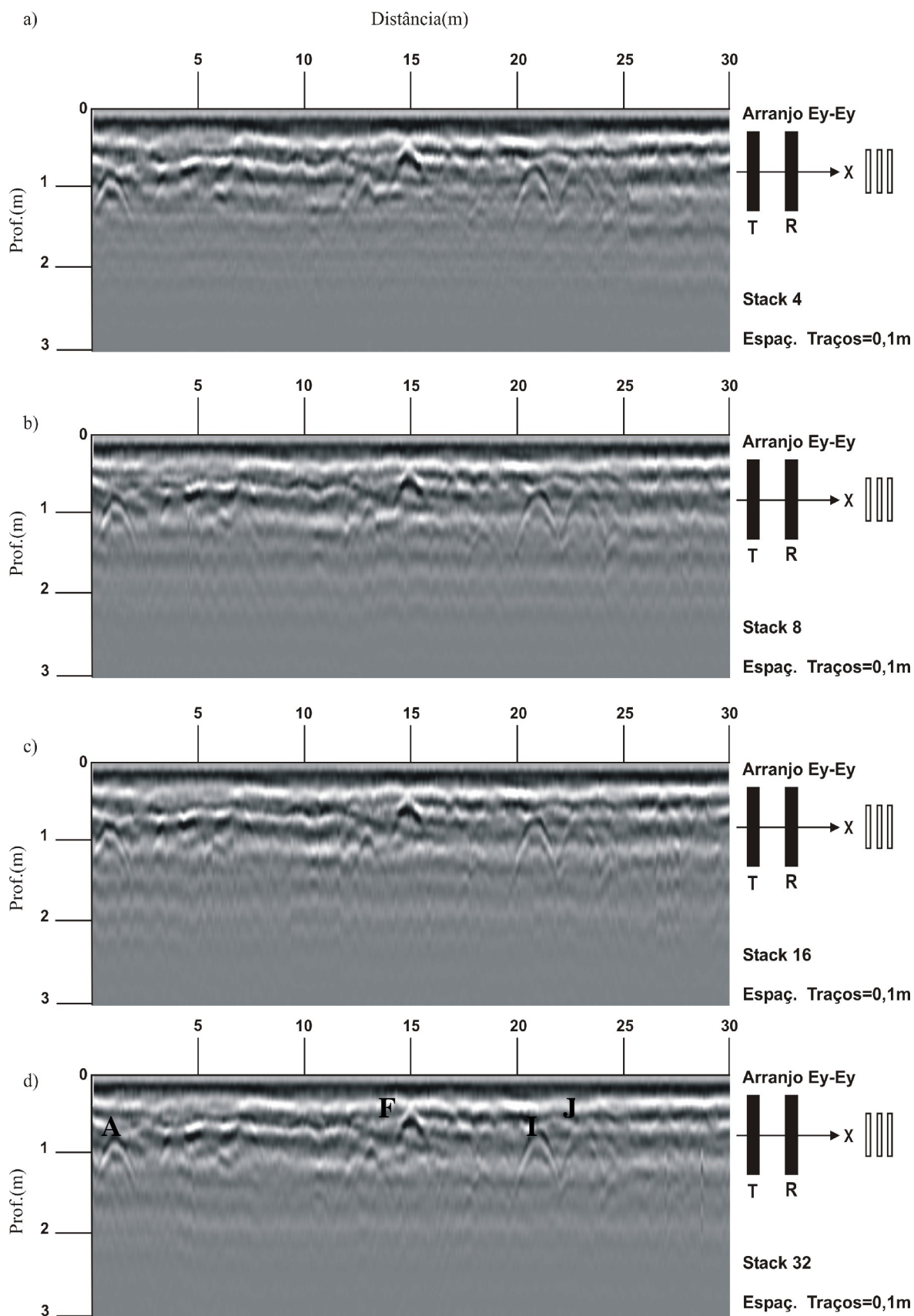


Figura 5.34 – Aquisições realizadas no modo contínuo, arranjo Ey-Ey, frequência de 200MHz e espaçamento entre traços igual a 0,1m. a) stack 4, b) stack 8, c) stack 16 e d) stack 32.

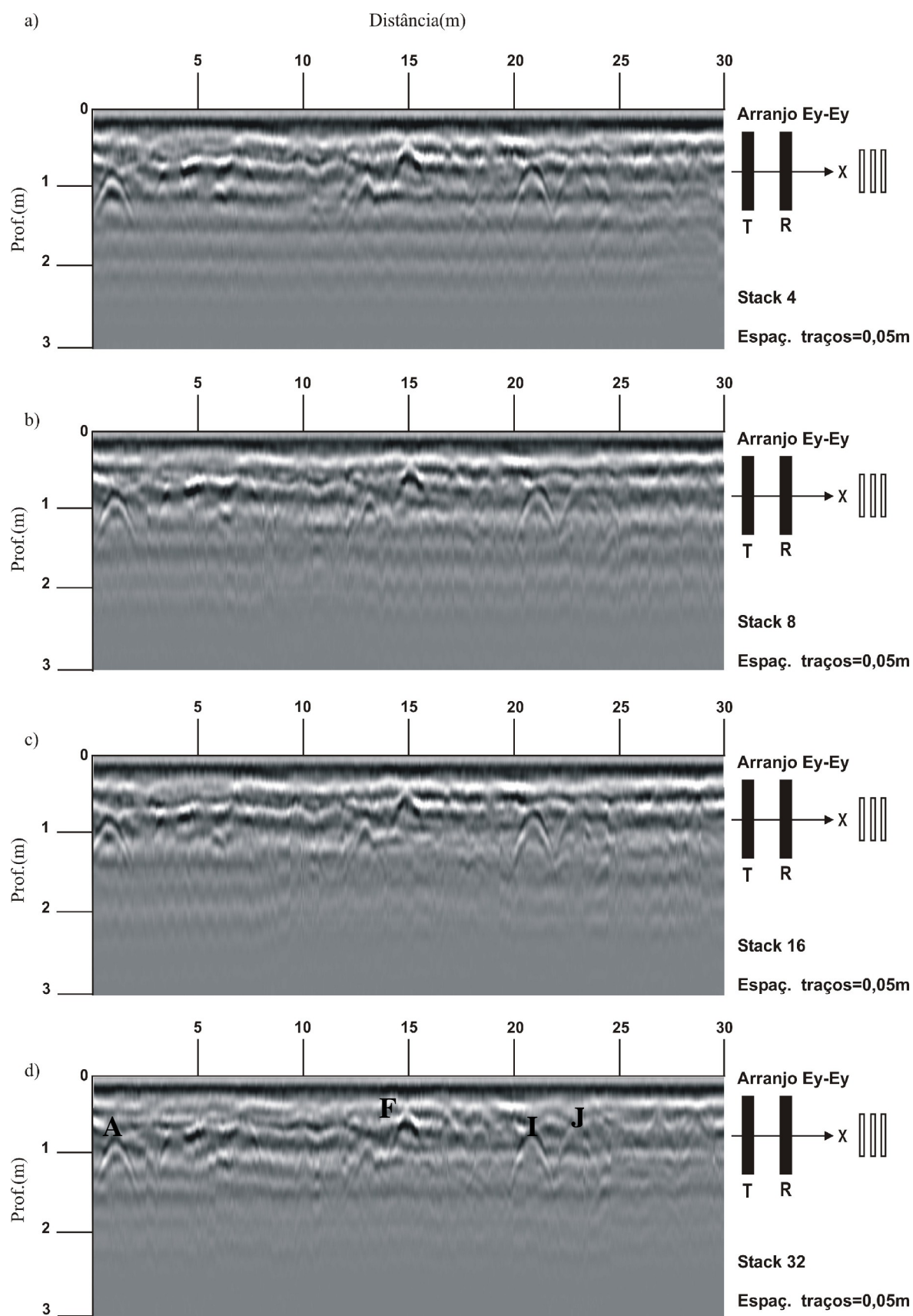


Figura 5.35 – Aquisições realizadas no modo contínuo, arranjo Ey-Ey, frequência de 200MHz e espaçamento entre traços igual a 0,05m. a) stack 4, b) stack 8, c) stack 16 e d) stack 32.

A seguir são apresentadas as Figuras 5.36 e 5.37, onde, ambas, apresentam as aquisições realizadas no modo passo a passo, com frequência de 100MHz, arranjo de antenas Ex-Ex, sendo que a Figura 5.36 apresenta os perfis correspondentes à variação de stacks de 4 a 32 e a Figura 5.37 apresenta os perfis adquiridos com stacks variando de 64 a 512.

Como observado anteriormente, nota-se o efeito do aumento do stack nas seções apresentadas nas Figuras 5.36 e 5.37, pois à medida que, o empilhamento é aumentado, as seções apresentam melhorias sucessivas na qualidade da imagem, mas os tubos de pvc não foram identificados devido à frequência utilizada e à profundidade de localização.

Visando aumentar a resolução dos refletores, a seguir são apresentadas as aquisições realizadas com antenas de 200MHz e arranjo de antenas Ex-Ex. A Figura 5.38, apresenta as aquisições realizadas com os stacks variando de 4 a 32 e a Figura 5.39, apresenta as aquisições onde o empilhamento aplicado variou de 64 a 512.

Mediante a análise desses dados, pode-se constatar que a melhoria da imagem GPR, relacionada ao empilhamento pode ser notada até a seção adquirida com stack 16, sendo que, a partir da Figura 5.38d, correspondente à seção com stack igual a 32, não é notada mais mudanças nas imagens. Pode-se notar também que nas aquisições realizadas com as antenas de 200MHz é apresentado, em todas seções, um refletor localizado na posição 23m e profundidade de 0,5m, correspondente ao alvo J, vazio. Embora, o refletor proveniente desse alvo seja sutil, nenhum outro, até então, obteve melhor resultado. Sendo assim, pode-se adotar, que para tubos vazios com baixo valor de permissividade dielétrica, como é o caso dos tubos de pvc vazios, o melhor arranjo de antenas é o Ex-Ex, o qual está em pleno acordo com os resultados mostrados nas modelagens de Robert; Daniels (1996), os quais modelaram diversos arranjos de antenas para tubos de pvc, identificando que para tubos de pvc vazios o arranjo Ex-Ex obtiveram melhores resultados.

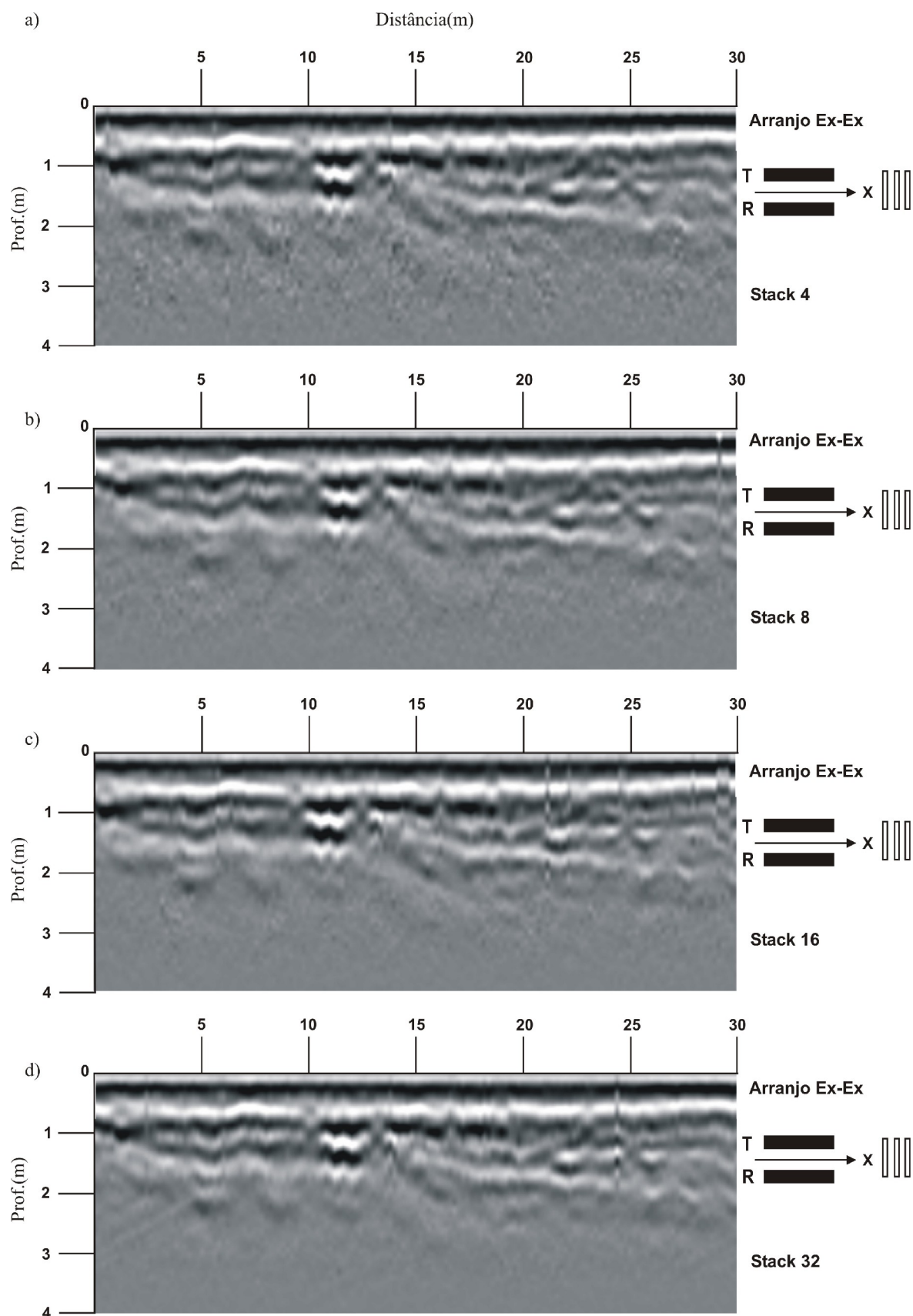


Figura 5.36 - Aquisições realizadas no modo passo a passo, arranjo Ex-Ex, frequência de 100MHz e espaçamento entre traços igual a 0,2m. a) stack 4, b) stack 8, c) stack 16 e d) stack 32.

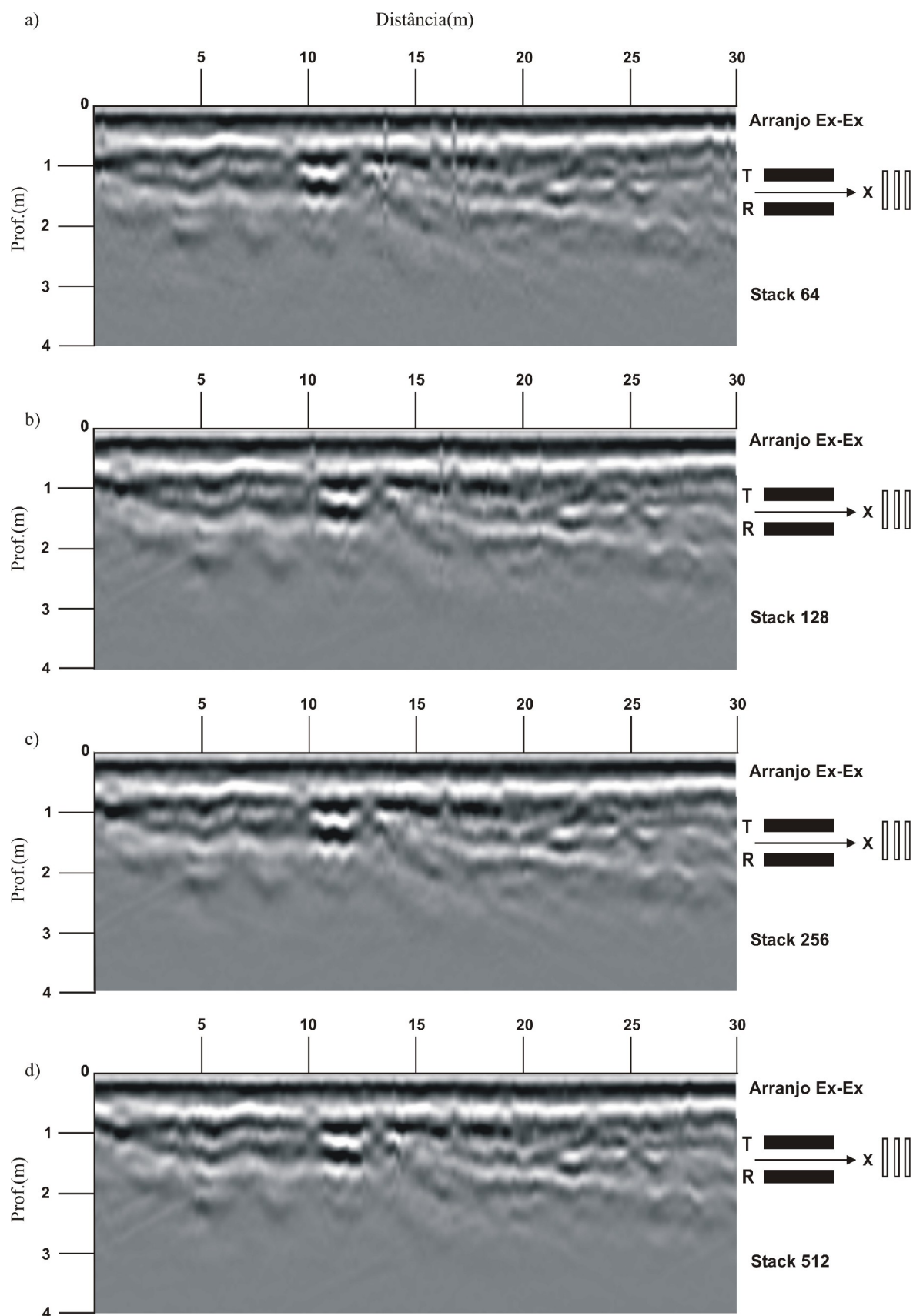


Figura 5.37 - Aquisições realizadas no modo passo a passo, arranjo Ex-Ex, frequência de 100MHz e espaçamento entre traços igual a 0,2m. a) stack 64, b) stack 128, c) stack 256 e d) stack 512

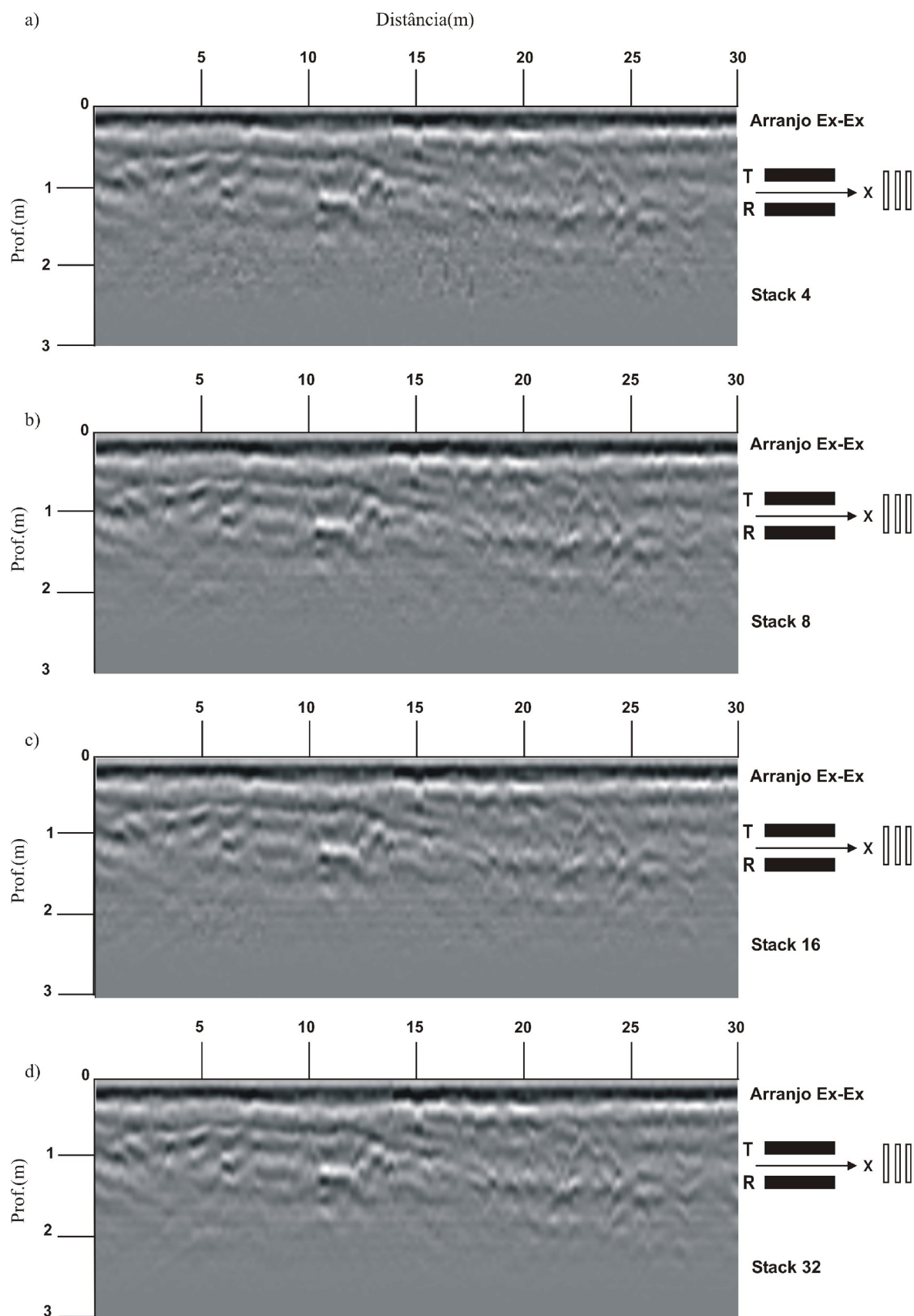


Figura 5.38 - Aquisições realizadas no modo passo a passo, arranjo Ex-Ex, frequência de 200MHz e espaçamento entre traços igual a 0,2m. a) stack 4, b) stack 8, c) stack 16 e d) stack 32

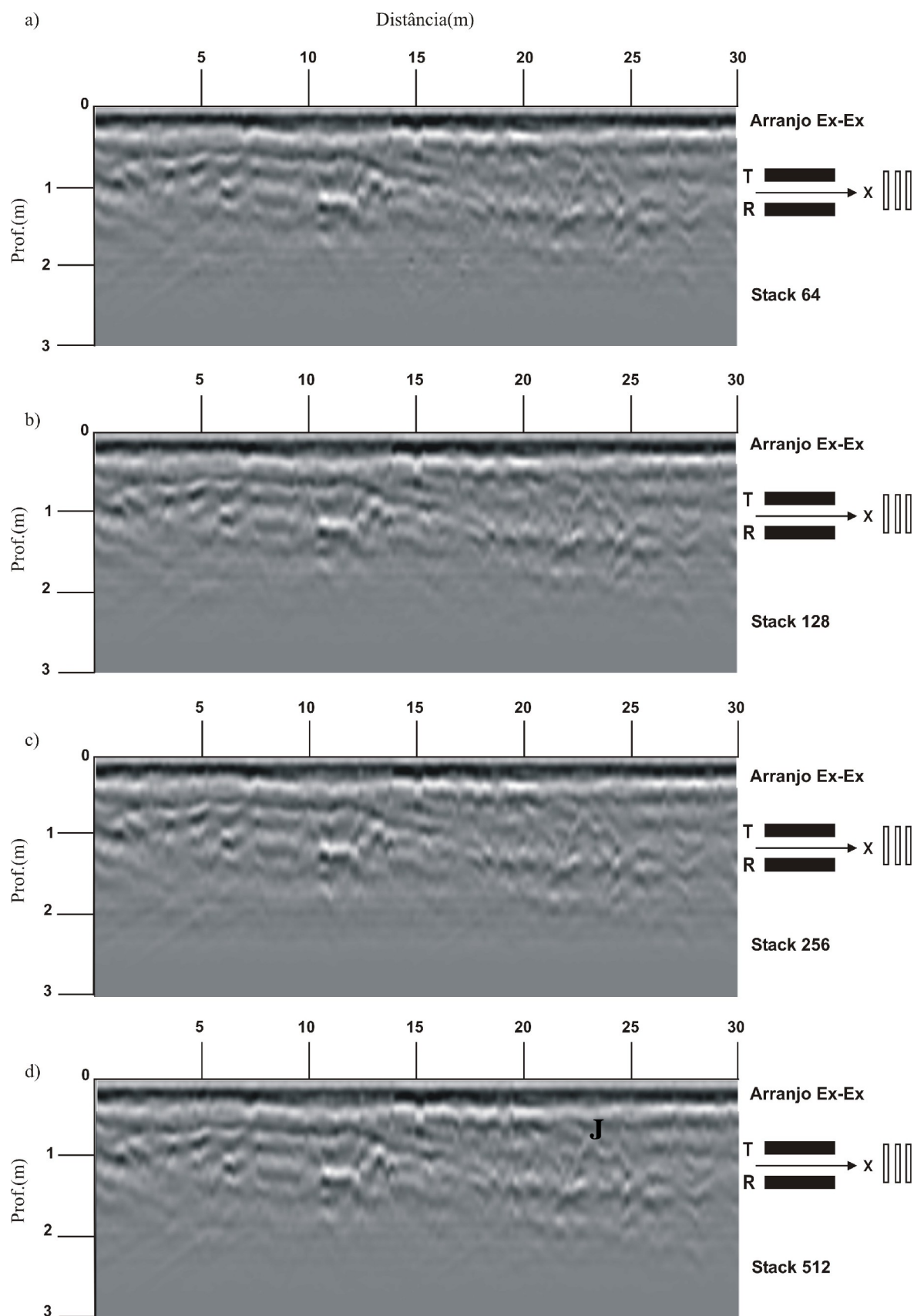


Figura 5.39 - Aquisições realizadas no modo passo a passo, arranjo Ex-Ex, frequência de 200MHz e espaçamento entre traços igual a 0,2m. a) stack 64, b) stack 128, c) stack 256 e d) stack 512.

De uma maneira geral, as antenas de 200 MHz geraram refletores melhores do que as antenas de 100MHz, pois permitiram imagear alguns dos tubos de pvc instalados no SCGR, mostrando, assim, concordância com os resultados mostrados no trabalho de Robert; Daniels (1996).

A dificuldade de detecção dos tubos de pvc está relacionada com o baixo contraste entre as propriedades elétricas dos alvos e do background, aliados, a elevada condutividade do aterro usado para cobrir os alvos. Vale ressaltar que nesta pesquisa foi utilizado o equipamento sueco (Ramac/Mala), e que segundo dados reais obtidos durante atividades práticas de campo, apresenta menos potência quando comparado com o equipamento da empresa americana (GSSI). Neste caso, seria bastante interessante numa etapa posterior a esta pesquisa, que se fizessem novas medidas GPR sobre estes alvos e que a eficiência dos equipamentos pudesse ser comparada.

Por fim, comparando-se os resultados reais com as modelagens feitas pelo software Reflexw, apresentadas no capítulo 4, nota-se que houve boa concordância para os alvos rasos (0,5m), ou seja, ambos os detectaram, no entanto, nos dados reais não foi possível visualizar a inversão de polaridade apresentada na modelagem feita com arranjo Ex-Ex, frequência de 200MHz e espaçamento de 0,01m, a qual conseguiu distinguir os três tipos de alvos, através de refletores distintos. Nos dados reais a aquisição com esse arranjo utilizando um pequeno espaçamento não foi possível, pois esse arranjo de antenas (Ex-Ex) não pode ser adaptada no sistema “trenó”, como já dito.