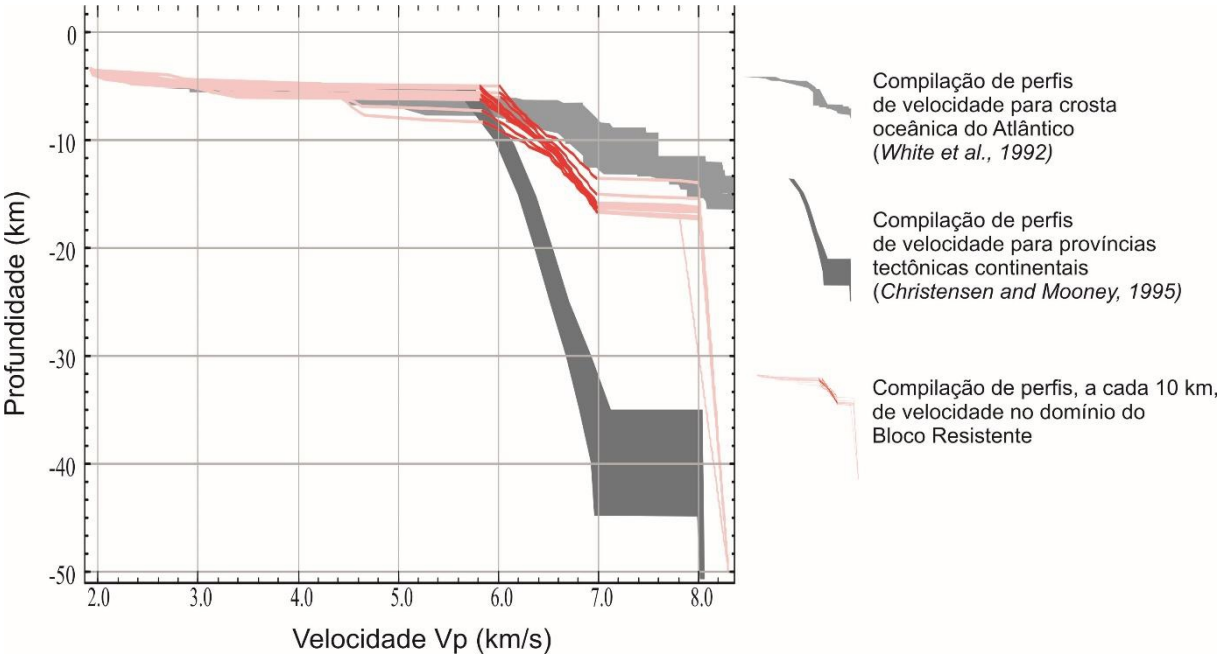
Figura 46 - Gráfico da velocidade Vp *versus* profundidade para o Domínio Bloco Resistente *SanBa*1.

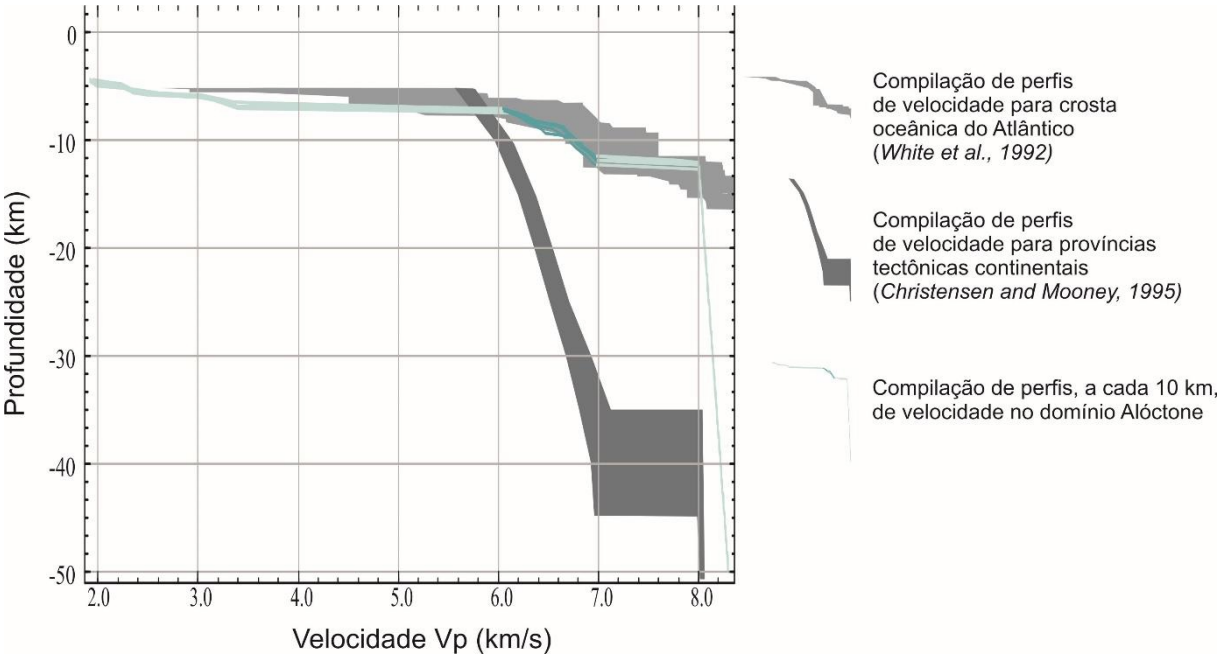


Legenda: Comparação com as curvas de referência para crosta oceânica do Atlântico e crosta continental. Em destaque, na cor vermelha estão representados os intervalos correspondentes à crosta continental.
Fonte: O autor, 2015.

O Domínio Alóctone ocorre entre 640 e 740 km no perfil. É caracterizado por apresentar crosta com espessura menor que 5 km e velocidade Vp com valores relativamente elevados (em comparação aos domínios adjacentes), entre 6,25 km/s no topo e 7,0 km/s na base. Esses valores correspondem a velocidades de crosta inferior, tanto em crosta continental como oceânica. A seção sedimentar neste domínio exibe um empilhamento de até 2.500 m, somado a uma coluna d'água de aproximadamente 4.500 m; o topo do embasamento encontra-se a 7.000 m de profundidade, também mais profundo em relação aos domínios adjacentes. A Figura 47 representa a comparação deste domínio com crosta continental e oceânica. Podemos observar que este domínio possui correlação com crosta oceânica. Porém, ao observar o mapa de gradiente das velocidades, observamos gradientes mais elevados na parte superior e mais baixos na base, situação que ocorre com maior frequência no domínio continental. O modelo de velocidade mostra uma reflexão (linha preta mais espessa no modelo de velocidade) e/ou um salto na velocidade de 7,0 km/s para 8,0 km/s (profundidade x velocidade Vp), indicando a presença da *Moho*. A interpretação sobre a natureza do Domínio Alóctone é incerta, com duas hipóteses possíveis: (i) na primeira trata-se de uma crosta proto-oceânica que seria caracterizada por não apresentar a primeira camada basáltica de uma crosta oceânica típica com velocidades menores no topo; as velocidades Vp mais elevadas, em conjunto com a presença da *Moho*, sugere uma crosta de composição gabróica de pouca

espessura (< 5 km), como pode ser visto no modelo de velocidade; (ii) a segunda hipótese é de manto superior serpentinizado.

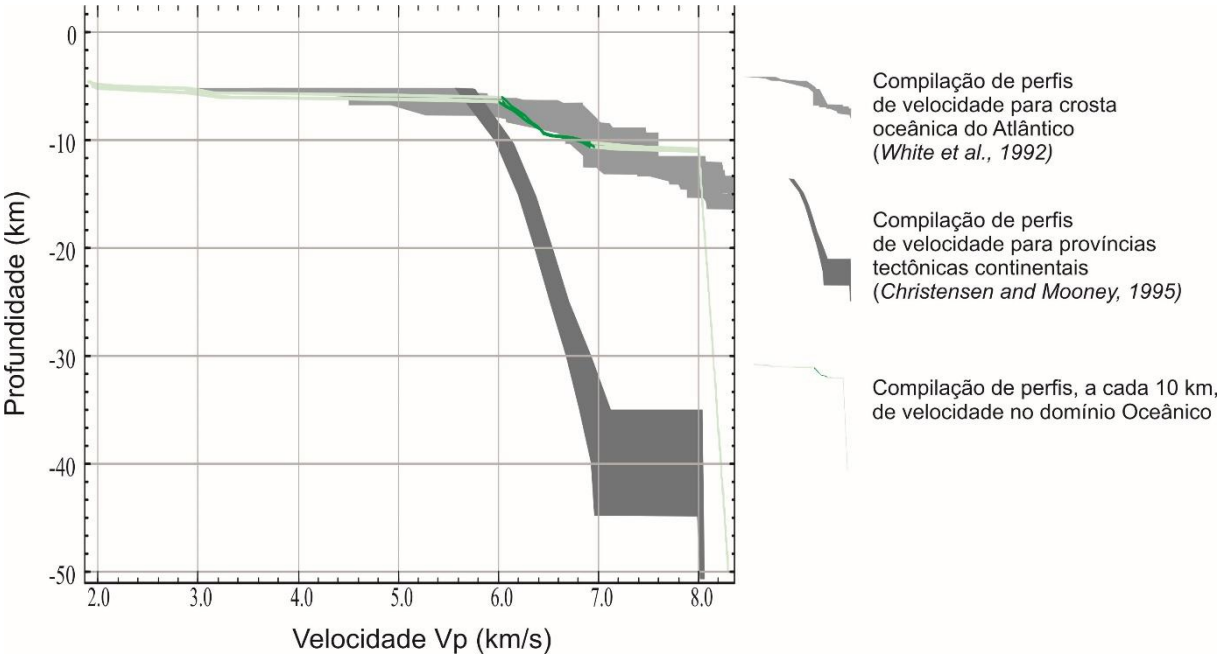
Figura 47 - Gráfico da velocidade Vp *versus* profundidade para o Domínio Alóctone *SanBa*1.



Legenda: Comparação com as curvas de referência para crosta oceânica do Atlântico e crosta continental. Em destaque, na cor verde escuro, estão representados os intervalos correspondentes à crosta.
Fonte: O autor, 2015.

O Domínio Oceânico é caracterizado por uma crosta de 5 km de espessura média. Este valor é inferior à média de espessura de crosta oceânica do Oceano Atlântico, que é em torno de 9 km (White et al., 1992). Este domínio é modelado em duas camadas; a velocidade da camada superior varia de 5,75 km/s a 6,5km/s e a velocidade da camada inferior varia de 6,5 km/s a 7,0 km/s. A Figura 48 mostra uma correlação deste domínio com crosta oceânica. No mapa de gradiente, valores mais elevados são observados na crosta inferior, quando comparados aos da crosta superior, em torno de 0,40 e 0,13 km/s/km respectivamente.

Figura 48: Gráfico da velocidade Vp *versus* profundidade para o Domínio Oceânico *SanBa*1.



Legenda: Comparação com as curvas de referência para crosta oceânica do Atlântico e crosta continental. Em destaque, na cor verde, estão representados os intervalos correspondentes à crosta.
Fonte: O autor, 2015.

Para todo o perfil, as velocidades modeladas para o manto superior variaram entre 7,8 km/s a 8,30 km/s, exceto para a região interpretada como manto superior alterado (Rifte Externo), onde as velocidades variaram entre 7,25km/s e 7,75 km/s. A região de manto alterado se destaca no mapa de gradiente por apresentar valores mais elevados do que o restante interpretado como manto não alterado.

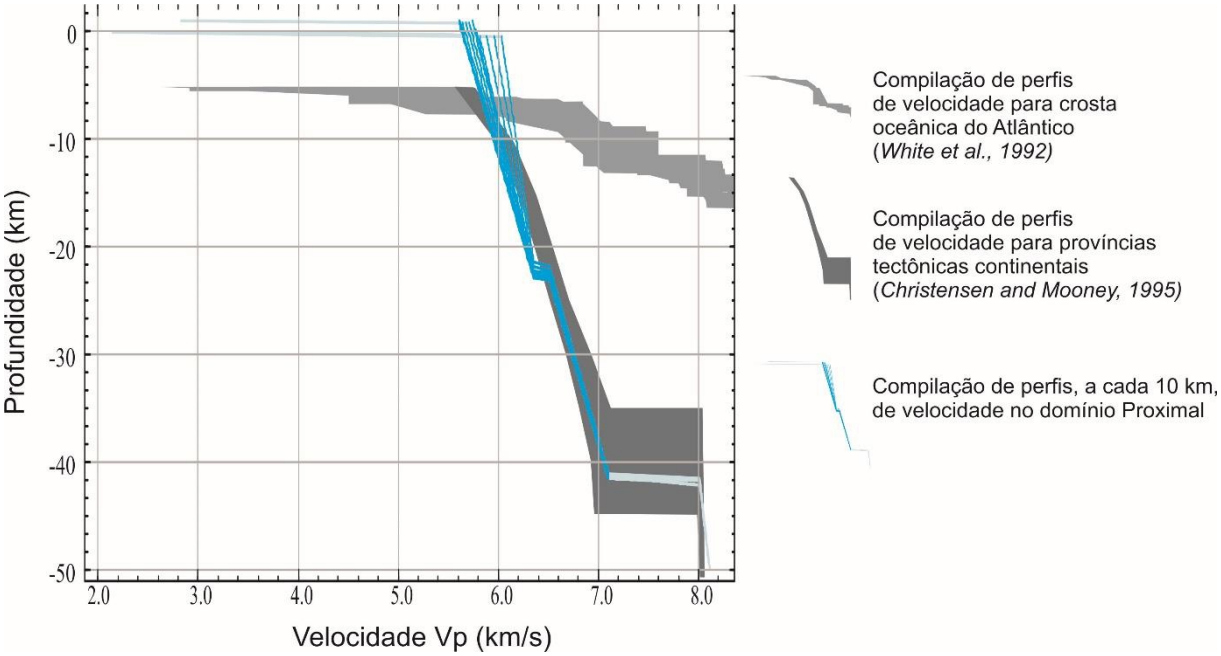
3.2.2 *SanBa* 2

O modelo de velocidade Vp para o perfil *SanBa*2 (Figura 50) recobre uma extensão de 920 km. Da mesma maneira que no modelo *SanBa*1, o modelo tem início no continente próximo ao município de São José dos Campos SP, e final em domínio de crosta oceânica, a aproximadamente 850 km da linha de costa. A Figura 51 representa a distribuição dos gradientes de velocidade na direção de Z (profundidade) calculados a partir do modelo de velocidade *SanBa*2. Deve-se referir ao modelo de velocidade quando forem descritas velocidades Vp e ao mapa de gradiente quando descritas estruturas relacionadas à distribuição do gradiente de velocidade.

O sedimento mais raso foi modelado de maneira semelhante ao perfil *SanBa*1 com velocidades variando entre 1,9 km/s e 3,5 km/s; apresenta os maiores valores de gradiente de velocidade, na ordem de 0,63 km/s/km. Uma segunda camada que inclui a camada de sal foi modelada com velocidades variando entre 3,5 km/s e 5,25 km/s. A seção sedimentar pré-sal foi modelada com velocidades variando entre 5,25 km/s e 6,0 km/s. Da mesma maneira que o modelo *SanBa*1, a seção pré-sal foi observada nos registros e modelada apenas no domínio de *Necking* e Rifte Interno. A ausência não pode ser considerada exclusão, pois a resolução do método pode ser a causa do não imageamento.

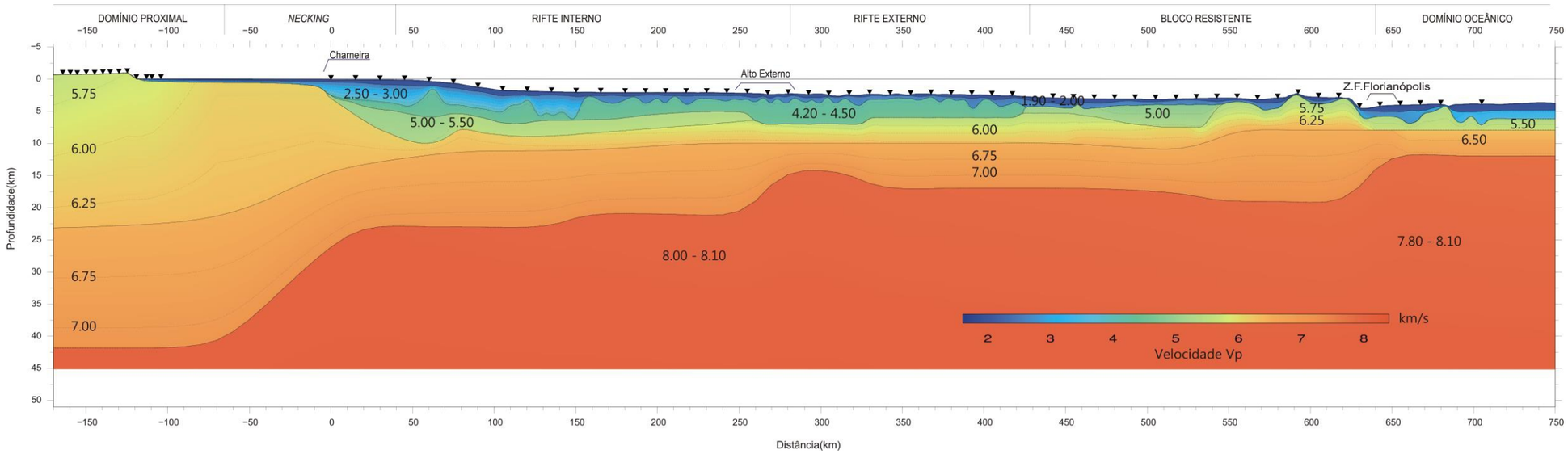
Quanto ao embasamento, o Domínio Proximal representa a porção pouco deformada pela tectônica rifte atuante na área. O modelo mostra uma crosta inicial com média de 42 km de espessura. A modelagem envolveu duas camadas, a camada superior com velocidades variando de 5,5 km/s a 6,5 km/s e a inferior com velocidades variando de 6.5km/s a 7.2 km/s. Os gradientes de velocidade são pequenos, da ordem de 0.03 km/s/km, principalmente em função da grande espessura crustal. O gráfico comparativo de velocidade por profundidade mostra correlação clara com crosta continental (Figura 49).

Figura 49: Gráfico da velocidade Vp *versus* profundidade para o Domínio Proximal *SanBa*2.



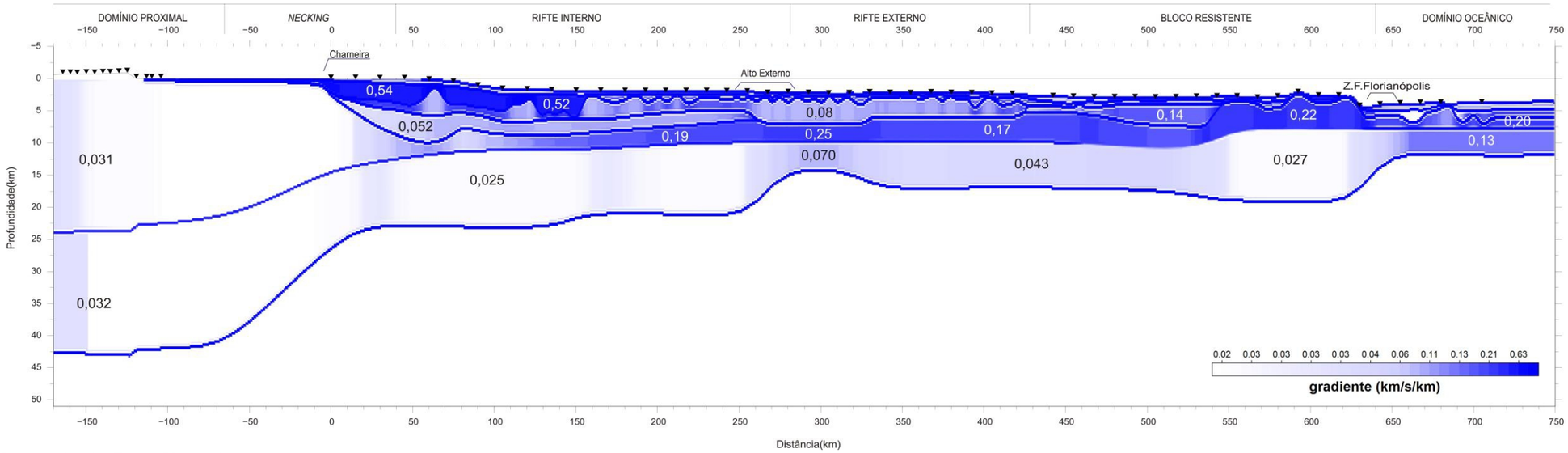
Legenda: Comparação com as curvas de referência para crosta oceânica do Atlântico e crosta continental. Em destaque, na cor azul, estão representados os intervalos correspondentes à crosta.
Fonte: O autor, 2015.

Figura 50 - Modelo de velocidade Vp *SanBa2*.



Legenda: Linhas pretas mais espessas representam limites de camadas e reflexões identificadas no dado sísmico. Os diferentes domínios tectônicos estão destacados na parte superior do painel. (Escala Horizontal = 4 x Escala Vertical).
Fonte: adaptado de ASLANIAN et al. (2013).

Figura51: Mapa da distribuição dos gradientes verticais de velocidade Vp, para o perfil *SanBa2*.

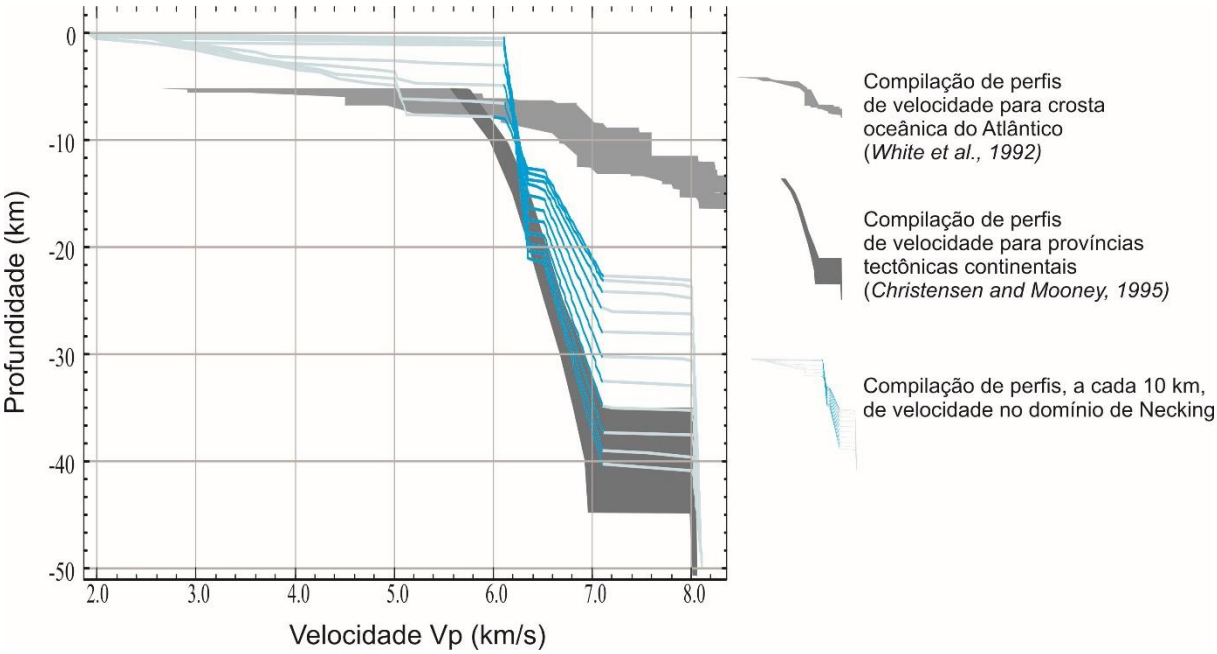


Legenda: (Escala Horizontal = 4 x Escala Vertical).

Fonte: O autor, 2015.

O Domínio de *Necking* é caracterizado por apresentar o principal afinamento crustal de todo o perfil. O modelo mostra uma convergência do embasamento e base da crosta. O afinamento ocorre em uma extensão de 110 km onde a crosta passa de 42 km para 12 km de espessura. Da mesma forma que no domínio anterior, este foi modelado em duas camadas, sendo a camada superior com velocidades variando de 6,0 km/s a 6,5 km/s e a camada inferior com velocidades variando de 6,5 km/s a 7,2 km/s. O gráfico comparativo de profundidade por velocidades Vp mostra, também, uma boa correlação com crosta continental bem como o afinamento crustal (Figura 52).

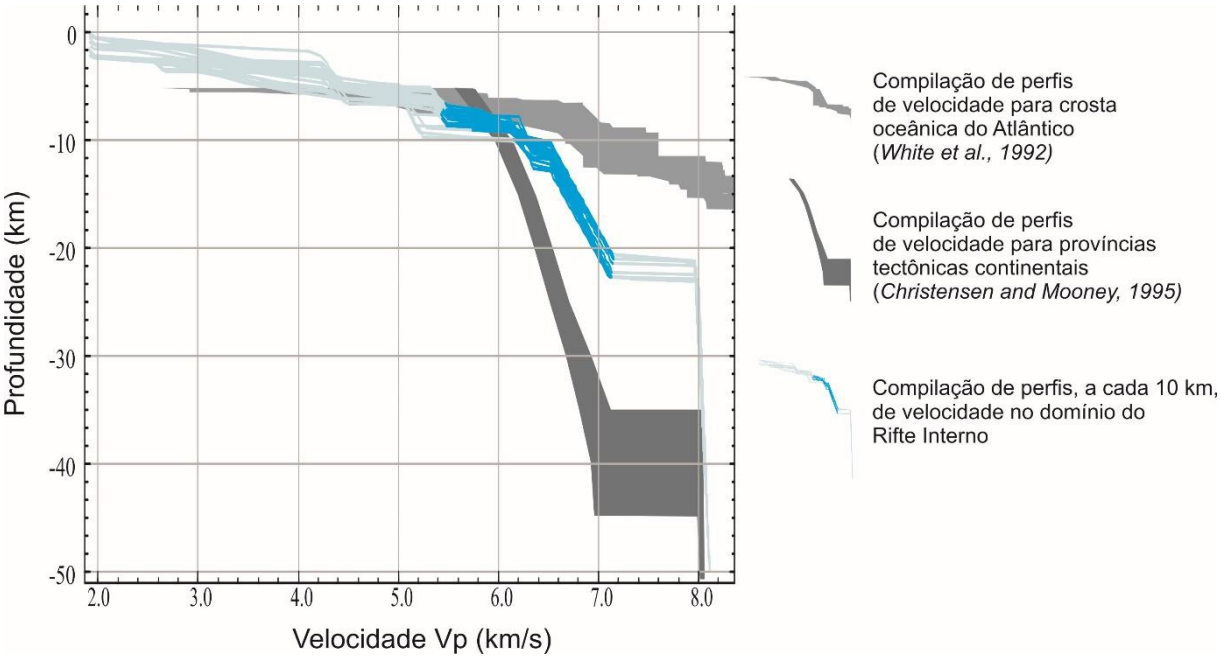
Figura 52 - Gráfico da velocidade Vp *versus* profundidade para o Domínio de *Necking SanBa*2.



Legenda: Comparação com as curvas de referência para crosta oceânica do Atlântico, crosta continental. Em destaque, na cor azul, estão representados os intervalos correspondentes à crosta.
Fonte: O autor, 2015.

O Domínio Rifte Interno é uma estrutura bastante homogênea e tabular, com a espessura da crosta oscilando em torno de 15 km, e ocorre entre o km 40 e o 280 no perfil. Este domínio também foi modelado em duas camadas; porém, com maior ocorrência de crosta inferior. As velocidades variam de 5,75 km/s a 6,5 km/s para a crosta superior e de 6,5 km/s a 7,2km/s para a crosta inferior. No mapa de gradiente nota-se o predomínio de crosta inferior com valores de gradiente baixos, em torno de 0,03 km/s/km. A Figura 53 mostra o gráfico comparativo entre crosta continental e crosta oceânica. O Domínio de Rifte Interno é interpretado como crosta continental.

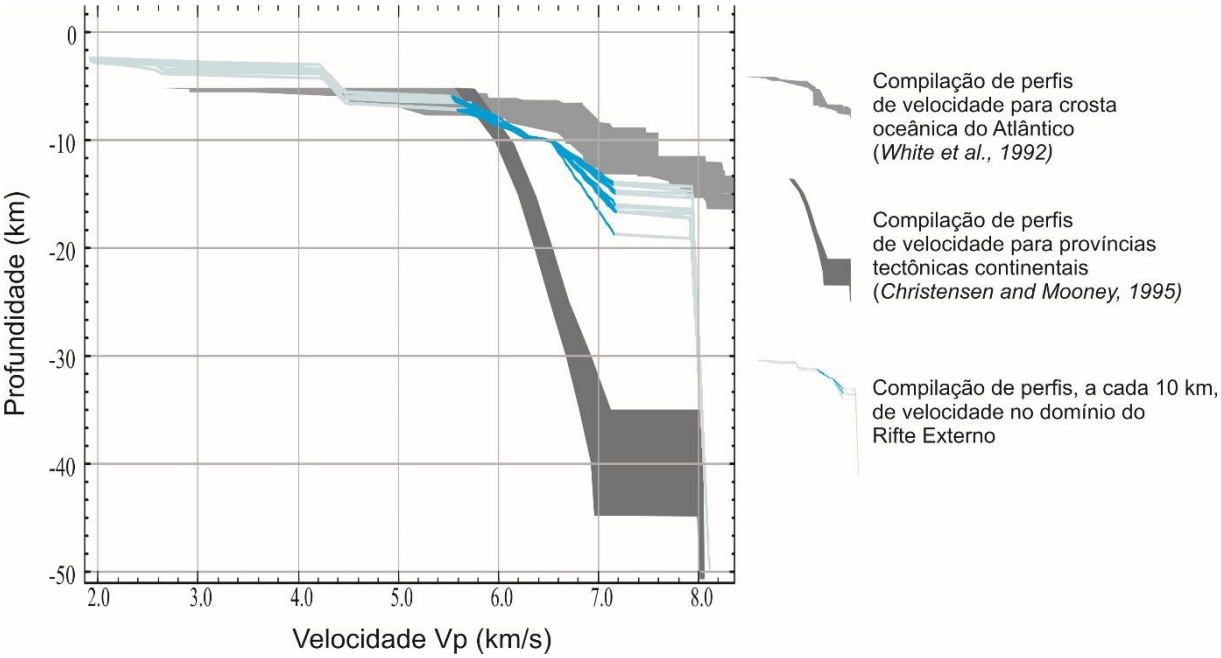
Figura 53 - Gráfico da velocidade Vp *versus* profundidade para o Domínio Rifte Interno *SanBa*2.



Legenda: Comparação com as curvas de referência para crosta oceânica do Atlântico e crosta continental. Em destaque, na cor azul, estão representados os intervalos correspondentes à crosta.
Fonte: O autor, 2015.

O Domínio Rifte Externo representa um segundo afinamento crustal e ocorre entre o km 280 e o km 430 no perfil. A espessura média é de 9 km, o que caracteriza este domínio como hiperestirado (espessura menor que 10 km). Entre o km 280 e o km 330 observa-se um afinamento mais significativo, o qual propiciou um empilhamento sedimentar de até 5000 m. O embasamento é modelado em duas camadas, a camada superior apresenta velocidade entre 5,75 km/s e 6,5 km/s, enquanto a camada inferior velocidades de 6,5 km/s a 7,2 km/s. A distribuição dos gradientes é bastante semelhante à do Domínio do Rifte Interno, onde predomina crosta inferior com gradiente em torno de 0,03 km/s/km. A Figura 54 mostra o gráfico comparativo, com possível assinatura de crosta continental, embora já bastante próximo da curva de crosta oceânica. Diferentemente do modelo *SanBa*1, este domínio apresenta uma reflexão profunda, representada na Figura 54 por uma linha preta, associada a um salto na velocidade Vp de 7,2 km/s para 8,0 km/s, o que indica a presença da *Moho*.

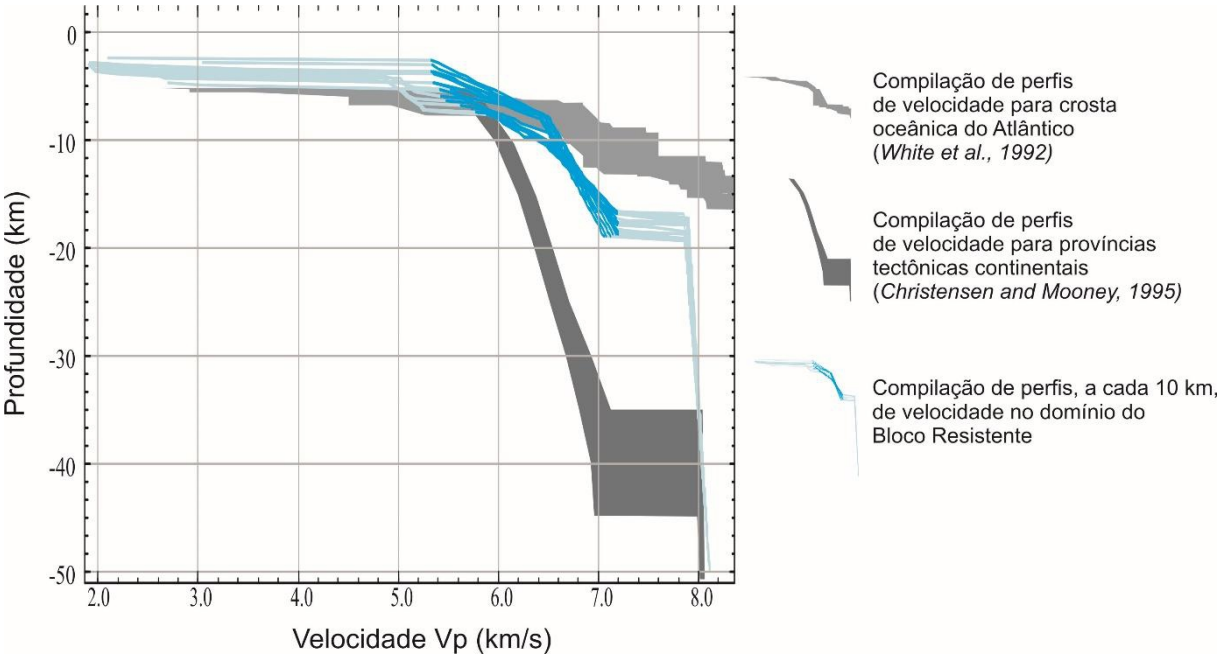
Figura 54 - Gráfico da velocidade Vp *versus* profundidade para o Domínio Rifte Externo *SanBa*2.



Legenda: Comparação com as curvas de referência para crosta oceânica do Atlântico e crosta continental. Em destaque, na cor azul, estão representados os intervalos correspondentes à crosta.
Fonte: O autor, 2015.

O Domínio Bloco Resistente é caracterizado por apresentar uma espessura crustal maior em relação à dos domínios adjacentes, com média de 18 km, o que ocorre entre os km 430 e 640. É modelado em duas camadas: a superior, com velocidades de 5,5 km/s a 6,5 km/s e a inferior com velocidades variando entre 6,5 km/s e 7,2 km/s. O gradiente de velocidade mostra uma grande diferença grande entre a crosta superior e a crosta inferior. Entre os km 430 e 540, é modelada uma camada no topo da crosta superior, com velocidade variando entre 4,8 km/s e 5,30 km/s, que representa uma bacia, provavelmente preenchida por material vulcânico extrusivo. Esta bacia é considerada parte do embasamento, sendo classificada como pré-rifte. A Figura 55 apresenta o gráfico comparativo entre os tipos de crosta e podemos interpretar este domínio como crosta continental.

Figura 55: Gráfico da velocidade Vp *versus* profundidade para o Domínio Bloco Resistente *SanBa*2.

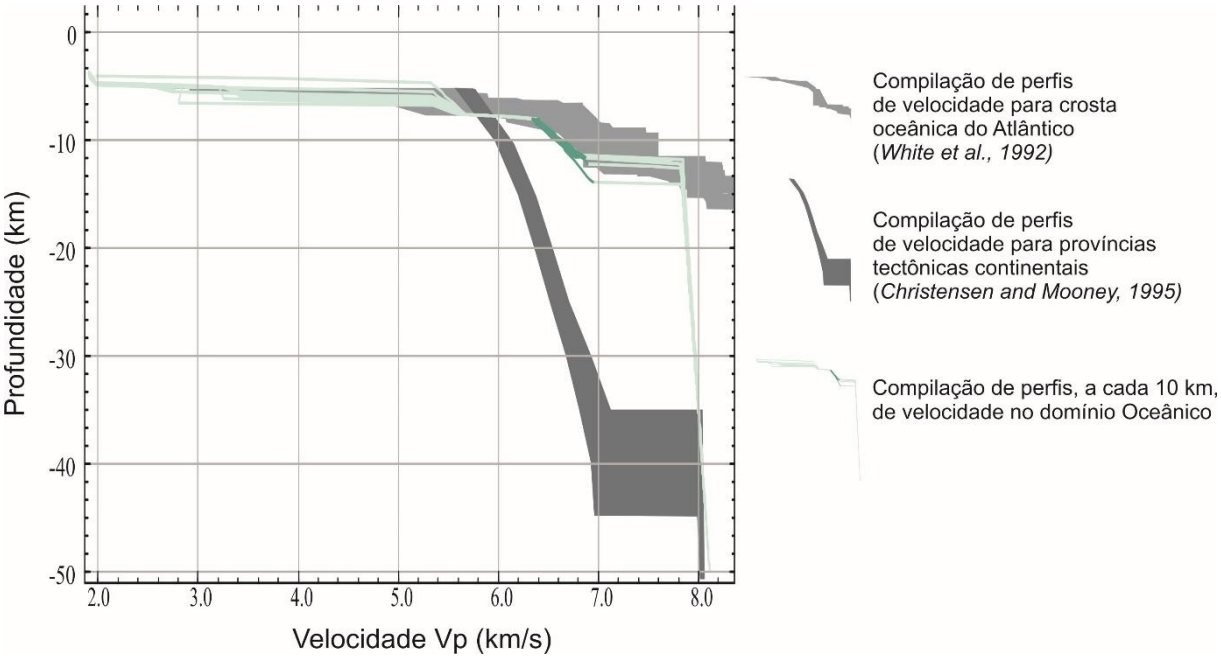


Legenda: Comparação com as curvas de referência para crosta oceânica do Atlântico e crosta continental. Em destaque, na cor azul, estão representados os intervalos correspondentes à crosta.
Fonte: O autor, 2015.

O modelo de velocidade *SanBa*2 não apresenta o domínio tectônico alóctone. A passagem do Domínio de Bloco Resistente para o Domínio Oceânico se dá pela zona de fratura de Florianópolis, onde o contato é por falha transformante e representa o limite crosta continental-crosta oceânica (COB – *Continent-Ocean-Boundary*) para o sul da Bacia de Santos.

O Domínio Oceânico apresenta uma crosta com relevo acidentado no topo e plano na base. É modelada em duas camadas, sendo a superior com velocidades variando entre 5,25 km/s e 6,5 km/s e a camada inferior com velocidade variando entre 6,5 km/s e 7,0 km/s. A lâmina d'água neste domínio alcança até 5.000 m e uma cobertura sedimentar de aproximadamente 2.000 m de espessura. A Figura 56 mostra o gráfico de comparação entre os tipos de crosta e este domínio é interpretado como crosta oceânica. O mapa de gradiente mostra valores mais elevados para a crosta inferior, quando comparado à crosta continental semelhante ao domínio oceânico do perfil *SanBa*1.

Figura 56: Gráfico da velocidade Vp *versus* profundidade para o Domínio Oceânico *SanBa*2.



Legenda: Comparação com as curvas de referência para crosta oceânica do Atlântico e crosta continental. Em destaque, na cor verde, estão representados os intervalos correspondentes à crosta.
Fonte: O autor, 2015.

A estrutura do manto superior apresenta uma variação de velocidade de onda P entre 7,80 km/s e 8,10 km/s.

3.3 **Modelo geofísico-geológico integrado**

Para a construção do modelo geofísico-geológico, o perfil *SanBa*1 foi utilizado como referência. Este perfil amostra todas as estruturas identificadas, tanto na sísmica de reflexão quanto na sísmica de refração. Embora não tenha sido tema de descrição, o modelo apresenta uma separação por idades para a seção sedimentar; esta interpretação é baseada nos perfis de sísmica de reflexão (Figuras 36 e 37).

A Figura 57 representa o modelo geofísico-geológico que sintetiza a geometria crustal da Bacia de Santos. O modelo é dividido em domínios tectônicos, onde cada domínio é formado em fases tectônicas diferentes, por sua vez limitadas no espaço e no tempo. O processo de rifteamento é um processo focalizador de deformação, de forma que estruturas cada vez mais jovens são esperadas em direção ao oceano ou futuro sítio de *breakup*.