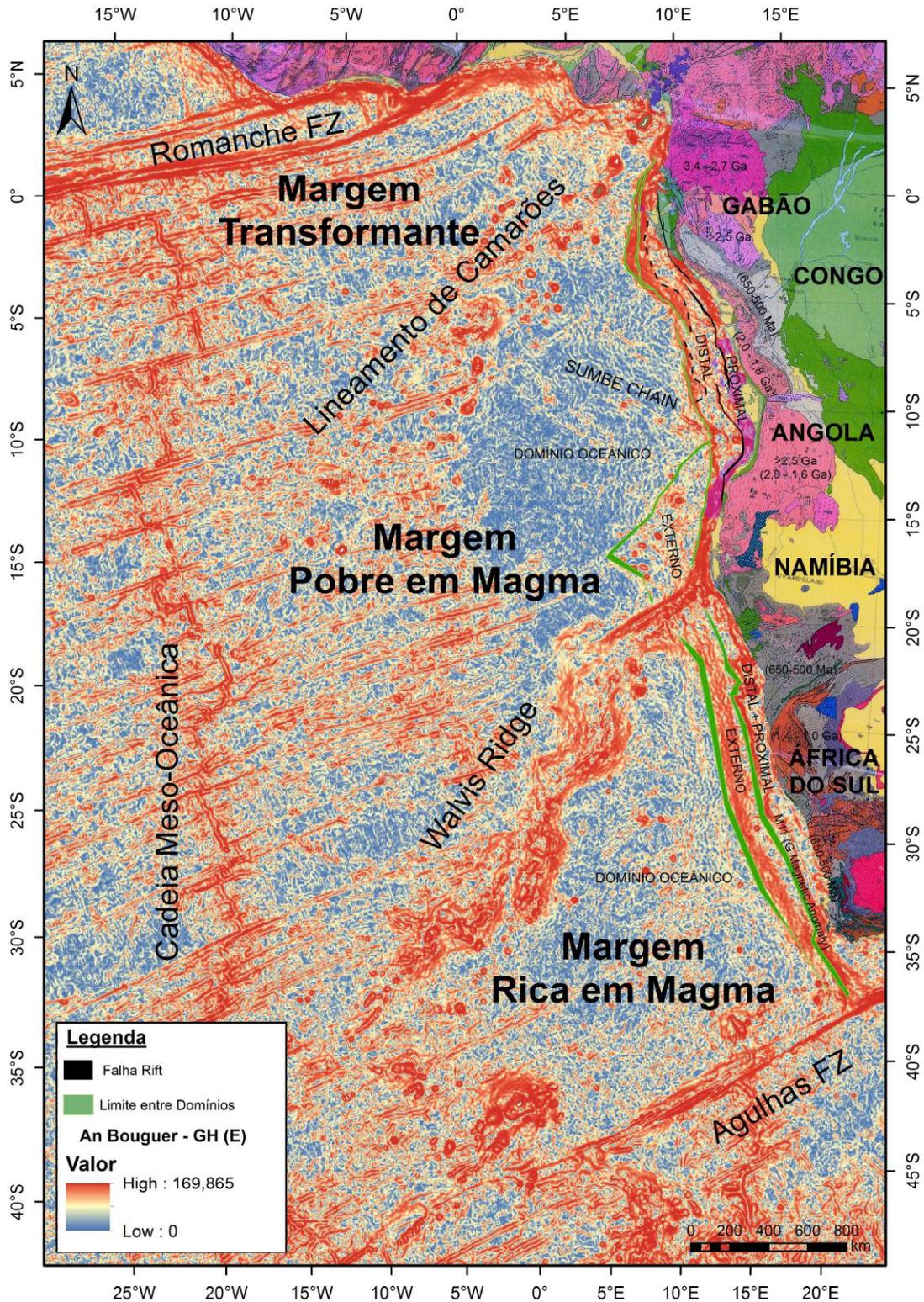


Figura 34 – Arcabouço geotectônico das margens rifteadas do Oeste Africano SubSaariano.



Nota: Sobreposição do arcabouço tectônico proposto para as margens rifteadas. A Linha Verde externa no mapa de gradiente horizontal total da Anomalia Bouguer marca o limite do Domínio Oceânico, e a Linha Preta, o limite do Domínio Proximal. Mapa geológico na porção emersa, baseado em DE WIT et al. (1988), com destaque para as idades das principais províncias geotectônicas.

Fonte: A autora, 2016.

4.1.1 Margem Rica em Magma

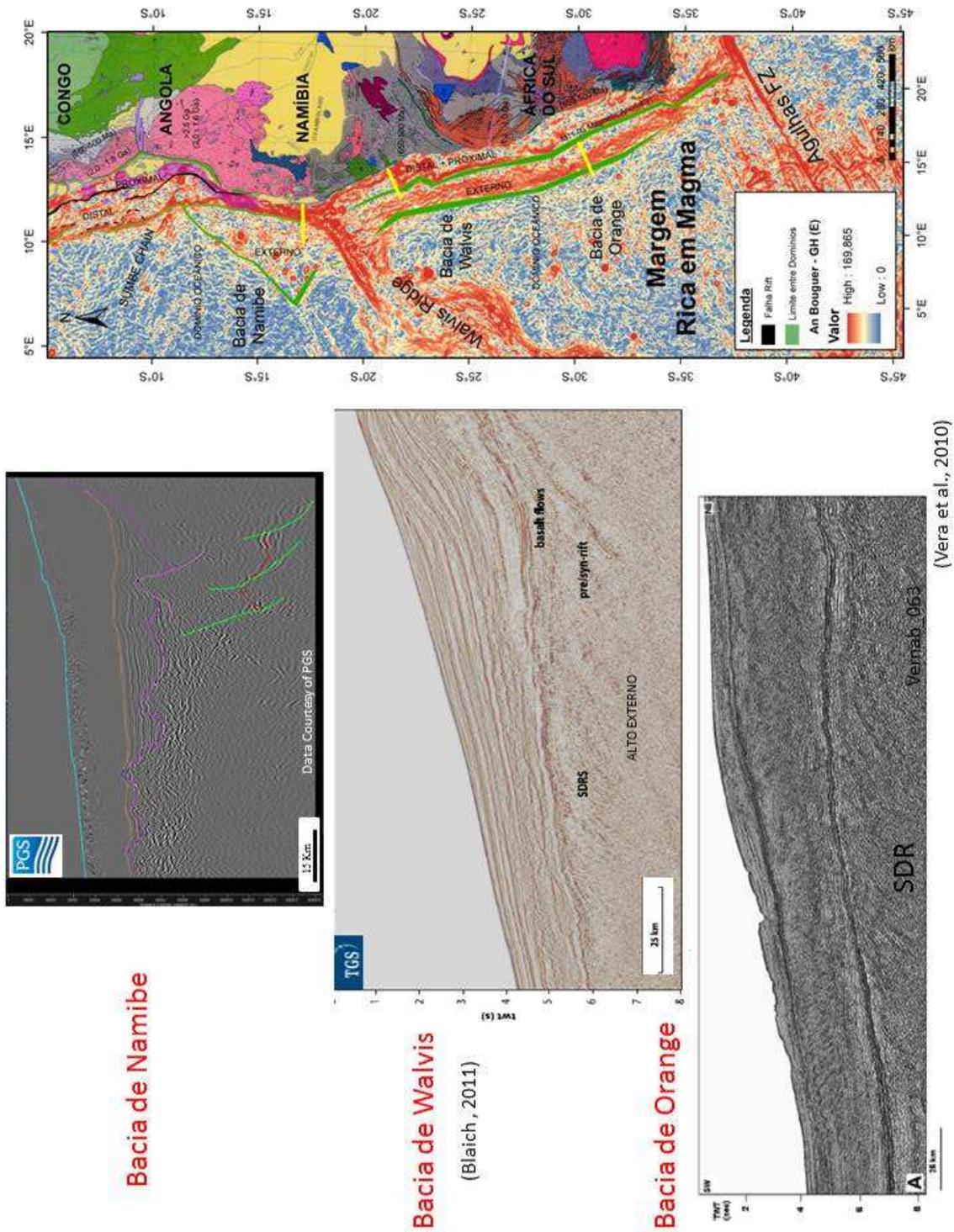
A margem rifteada entre a feição de Agulha Ridge (África do Sul) e a Walvis Ridge (Angola-Namíbia) tem sido descrita como uma típica margem rica em magma (GLADEZENKO et al., 1998 e BLAICH et al., 2009), marcada pela presença de prismas de *seaward-dipping reflectors series* (SDRS) internos e externos separados por um alto externo, como no modelo descrito por GEOFFROY (2005) e mostrado na Figura 25. Como essa região da margem sul africana só dispõe de programa sísmico convencional, a sua geometria não é claramente observada, sendo estimada, nesse trabalho, apenas com base nos estudos de modelagem gravimétrica, que será apresentado posteriormente. Um modelo regional construído a partir das principais feições observadas nas seções sísmicas transversais (Figura 35) mostra que os Domínios Proximal, de Rápido Afinamento Crustal e Distal, indiscriminados nesse estudo, constituiriam uma feição alongada que se estende por mais de 2.000 km, de direção NW-SE, paralela à linha de costa (Figura 34), com uma largura variando de 65 a 160 km, onde ocorreria *horts* e meio-grabens. Os grabens associados podem apresentar uma espessura sísmica de 2 s (TWT) e alcançar profundidades de quase 7 s (TWT).

O Domínio Externo (*Outer Domain*) se desenvolveria a partir da feição do alto externo, caracterizado no mapa de gradiente horizontal total da Anomalia Bouguer pela concentração de anomalias de alta amplitude, que, possivelmente, estaria associada à anomalia magnética G (M11 – Valanginiano) definida por RABINOWITZ & LABRECQUE (1979). Este domínio também constitui uma feição alongada, apresentando uma largura que varia de 130 a 200 km. Como descrito por PERON-PINVIDIC et al. (2013), esse domínio estaria relacionado a uma feição de embasamento soerguido, na qual ter-se-ia o início do processo de oceanização, onde seria possível a identificação das primeiras anomalias magnéticas. A partir do alto externo, tem-se o desenvolvimento de um volumoso complexo vulcânico (SDR) que se estende até o limite com o Domínio Oceânico, caracterizado, no mapa de gradiente horizontal total da Anomalia Bouguer (Figura 34 e 35), pelo predomínio das baixas amplitudes.

Os limites dos domínios adotados estão em conformidade com o trabalho de BLAICH et al. (2011), ao estudarem as margens conjugadas do Atlântico Sul, atribuindo o limite do

prisma interno de SDR a anomalia magnética G e a oceanização relacionada a terminação do prisma de SDR externo.

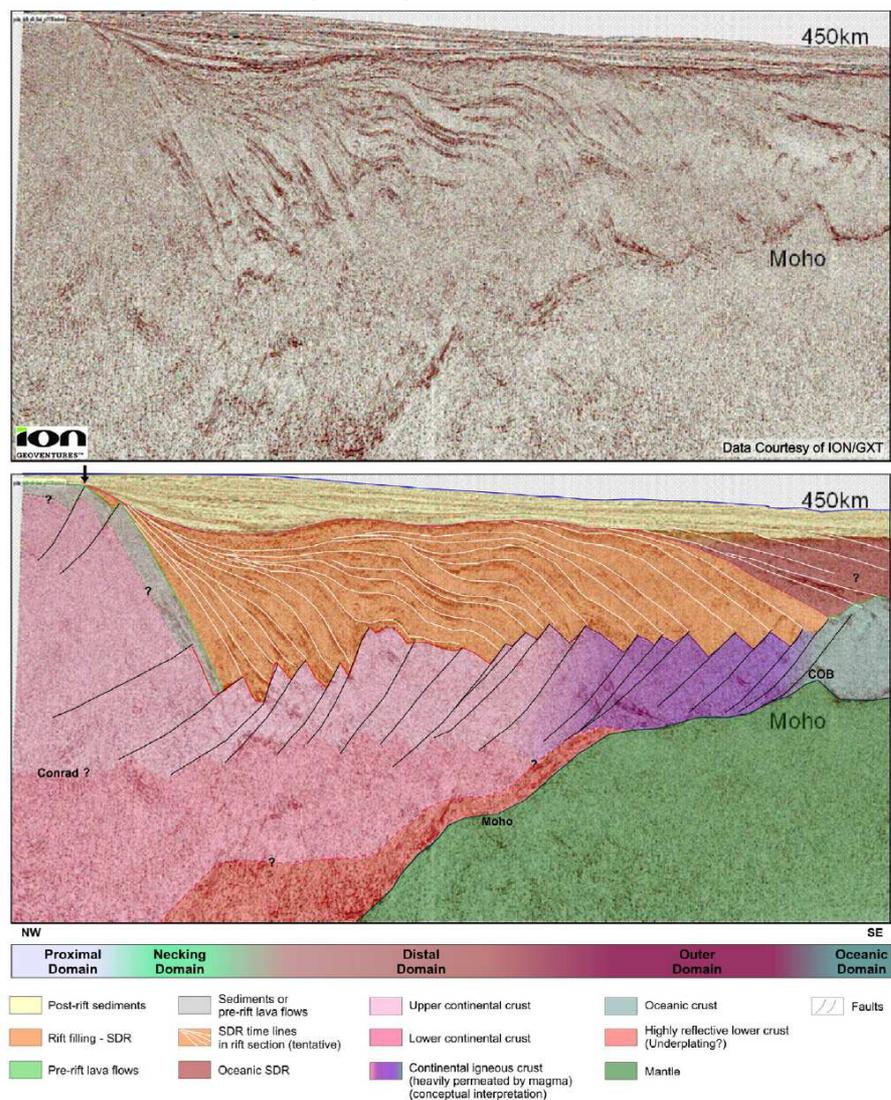
Figura 35 – Características sísmicas da margem rica em magma na região compreendida entre as feições de Agulhas Ridge (África do Sul) e Walvis Ridge (Angola-Namíbia) no Oeste Africano.



Nota: A localização das linhas sísmicas está assinalada pelas linhas amarelas no mapa.
 Fonte: A autora, 2016.

Como referência à arquitetura crustal dessa margem, uma provável analogia poderia ser fornecida pela margem rifteada conjugada na margem Sul Americana. Na interpretação de STICA et al. (2013), a Bacia de Pelotas é caracterizada por um afinamento crustal abrupto numa margem estreita e pela pujança do magmatismo rifte, representado pelos prismas de SDR. O provável limite crosta continental-oceânica foi definido através da integração entre a última posição da Moho soerguida, antes de se apresentar horizontalizada abaixo da crosta oceânica e da última falha do rifte próxima à feição tabular característica da crosta oceânica (Figura 36).

Figura 36 – Seção sísmica profunda regional da Bacia de Pelotas, mostrando as principais feições estruturais, que caracterizariam os Domínios Proximal, de Rápido Afinamento Crustal, Distal, Externo e Oceânico.



Nota: Essa bacia é marcada pela pujança do magmatismo, registrada na forma dos SDRS.
Fonte: STICA et al., 2013.

4.1.2 Transição Margem Rica em Magma para Margem Pobre em Magma

Na região das bacias de Namibe e Benguela ocorre a transição de um sistema de margem rica em magma para um sistema de margem pobre em magma, marcada pelo desaparecimento do Domínio Externo da margem rica em magma concomitante com o início do desenvolvimento do Domínio Proximal da margem pobre em magma, sugerindo a integração dos processos responsáveis pela formação dessas margens, como pode ser observado no mapa de arcabouço geotectônico (Figuras 34 e 37).

De acordo com a nossa interpretação, o Domínio Externo da margem rica em magma se estenderia além da Walvis Ridge, ou melhor, seria truncado por essa feição. Em mapa, esse prolongamento do Domínio Externo exibe a mesma inflexão verificada na linha de costa de NW-SE para NE-SW e desaparece ao se aproximar da Cadeia Vulcânica Sumbe (*Sumbe Chain*), de direção NW-SE (Figuras 34 e 37). Uma particularidade dessa região de transição é a largura anômala apresentada por esse domínio, com aproximadamente 370 km. Como se pode observar no mapa de gradiente horizontal total da anomalia Bouguer, o prolongamento desse domínio para norte ainda apresentaria anomalias de alto gradiente em relação ao Domínio Oceânico adjacente, embora mostre um padrão de gradiente formado por baixos valores em comparação com a região sul, onde ocorre o desenvolvimento dos SDRs. Na realidade, essa atenuação do gradiente já ocorria desde a Bacia de Walvis. Como as seções sísmicas disponíveis pertencem programas convencionais e não atravessaram esse domínio de modo a permitir a sua caracterização, mas simplesmente terminavam ao penetrá-lo, não foi possível determinar se, nessa região, também ocorreria o desenvolvimento dos SDRs, ou qual o tipo de material que a constituiria. Sismicamente, exibe uma assinatura anômala, distinta de uma clássica crosta oceânica (Figura 38).

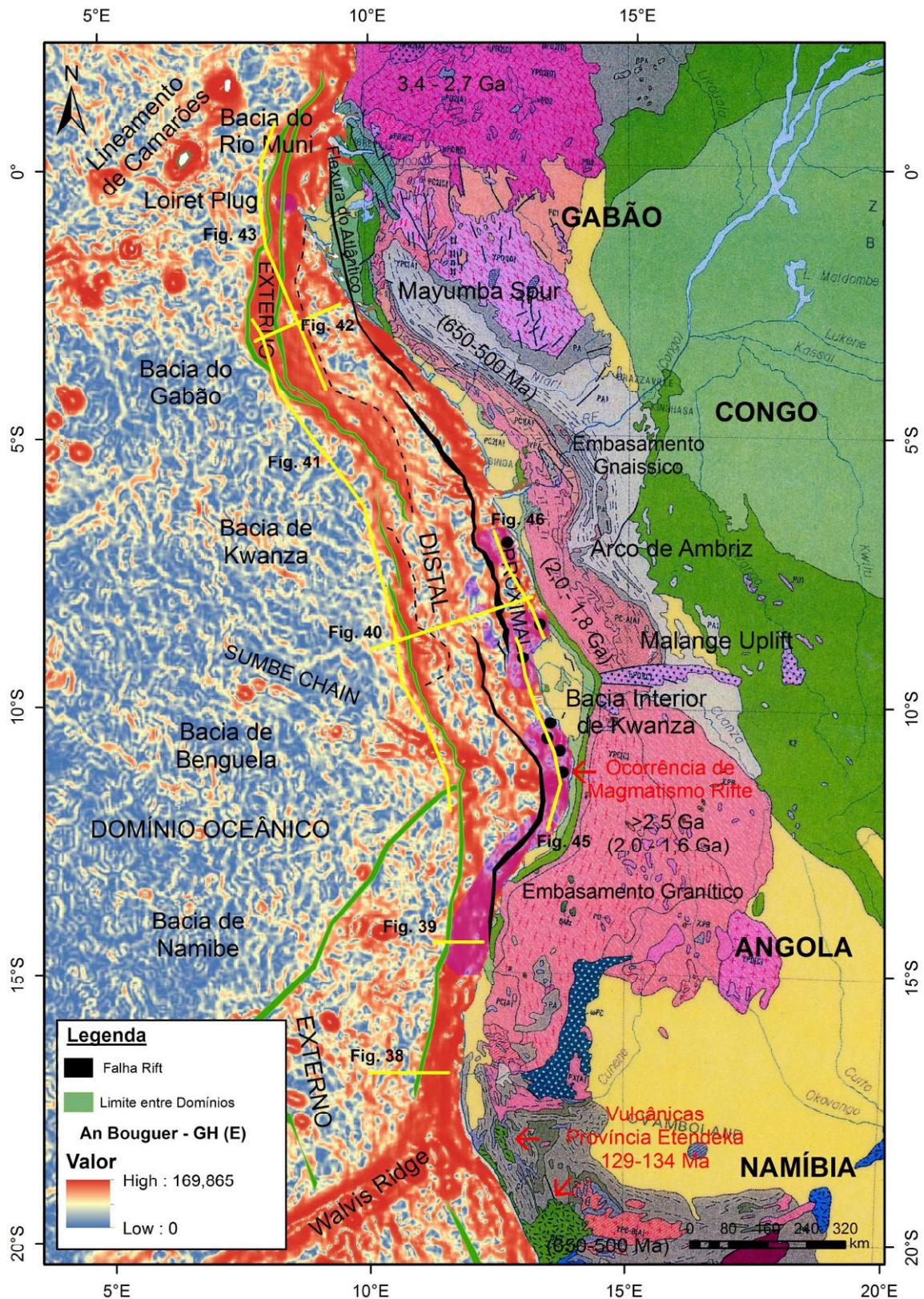
Os domínios Distal, de Rápido Afinamento Crustal e Proximal, não foram discriminados na margem rica em magma por falta de uma malha de sísmica profunda que permitisse a sua investigação, atingem essa região, Bacia de Namibe, com a mesma largura em mapa. Somente a partir da Bacia de Benguela, se começa a observar o desenvolvimento distinto desses domínios. Na elaboração do arcabouço, optou-se por interpretar que nessa região ocorreria o desaparecimento do Domínio Proximal, da maneira como é caracterizado na margem pobre em magma, no contato bacia-embasamento, mas não se descartando a

possibilidade da sua fusão com os domínios de Rápido Afinamento Crustal (*necking*) e o Distal.

Acredita-se que a complexidade observada na arquitetura dessa margem, nessa região, seja também devida à influência do magmatismo. A seção sísmica transversal (Figura 39) mostra que o Domínio Distal, nessa região, se caracterizaria por um grande aporte de magmatismo durante o processo de rifteamento, com a formação de prováveis prismas sedimentares vulcano-clásticos (SDR – *seaward dipping reflectors*). A ocorrência desses prismas na margem da Namíbia também foi proposto por BAUER et al. (2000). O efeito do processo de transição (margem rica em magma para margem pobre em magma) poderia também explicar a ocorrência de magmatismo na fase rifte nas bacias de Kwanza e Interior de Kwanza, inseridas no contexto de uma margem pobre em magma.

O embasamento Pré-Cambriano no continente é outro ponto que necessita ser destacado. Enquanto que, na margem rica em magma, é formado pelas faixas móveis Pan-Africana, na região de transição ele é constituído por rochas graníticas de um núcleo cratônico do Arqueano. Mais precisamente, a porção do Craton do Congo com sobreposição de 2,0-1,6 Ga (Embasamento de Angola).

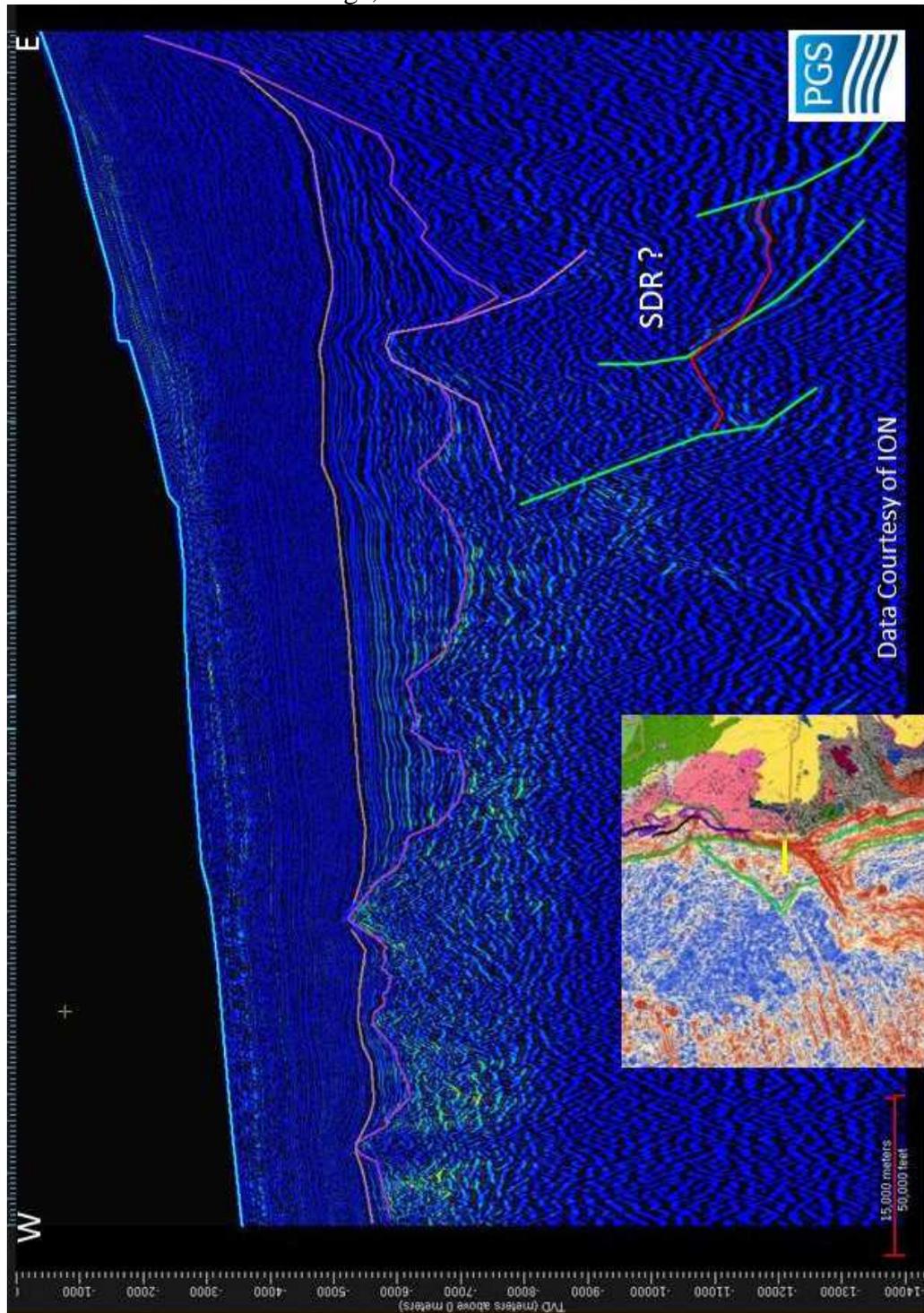
Figura 37 – Detalhe do arcabouço geotectônico da região ao norte da feição de Walvis Ridge, área compreendida entre o *offshore* de Angola e do Gabão, mostrando os domínios estruturais identificados nessa margem rifteada pobre em magma.



Nota: Em preto destaca-se o traço descontínuo do falhamento rift que limita o domínio proximal. As áreas em roxo com os pontos de controle se referem às ocorrências identificadas de magmatismo decorrente da fase rift, e a linha pontilhada em preto limitaria áreas onde se observa a crosta hiperestirada que foi infiltrada por material fundido do manto (*mantle melting*). As linhas amarelas mostram a localização das seções sísmicas ilustradas nas figuras.

Fonte: A autora, 2016.

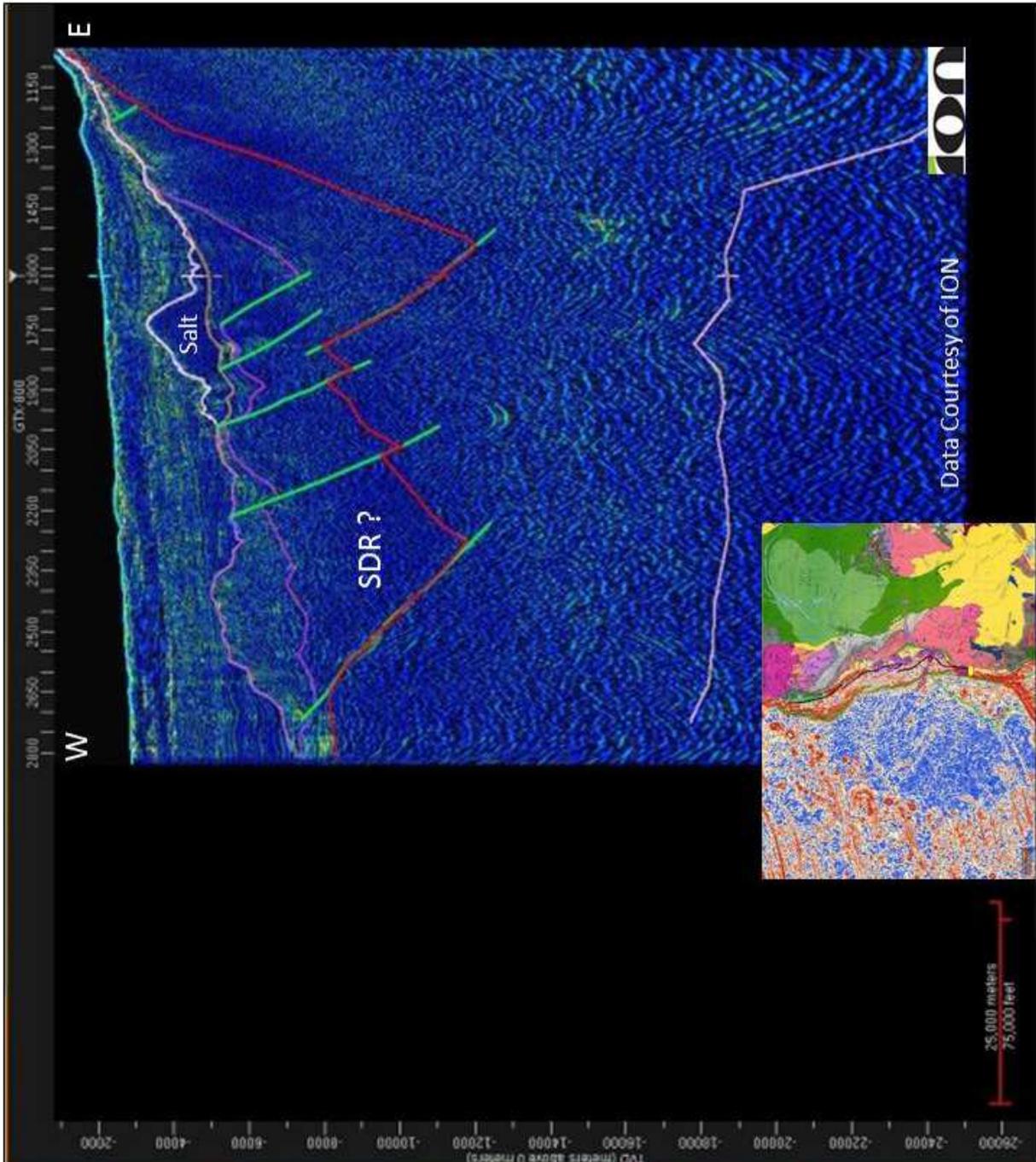
Figura 38 – Características sísmicas da continuação do Domínio Externo na região ao norte da Walvis Ridge, Bacia de Namibe.



Nota: Seção sísmica 2D, de direção EW, em profundidade. Horizontes interpretados: azul claro – fundo do mar, marron – topo do Aptiano (?), roxo – topo magmatismo rifte – SDRs (?), vermelho – embasamento cristalino. No mapa, a linha amarela mostra a localização dessa seção sísmica.

Fonte: A autora, 2016.

Figura 39 – Seção sísmica profunda EW, na região de transição entre a margem rica em magma e a margem pobre em magma, mostrando o comportamento do Domínio Distal, no qual se interpreta um grande aporte de material magmático.



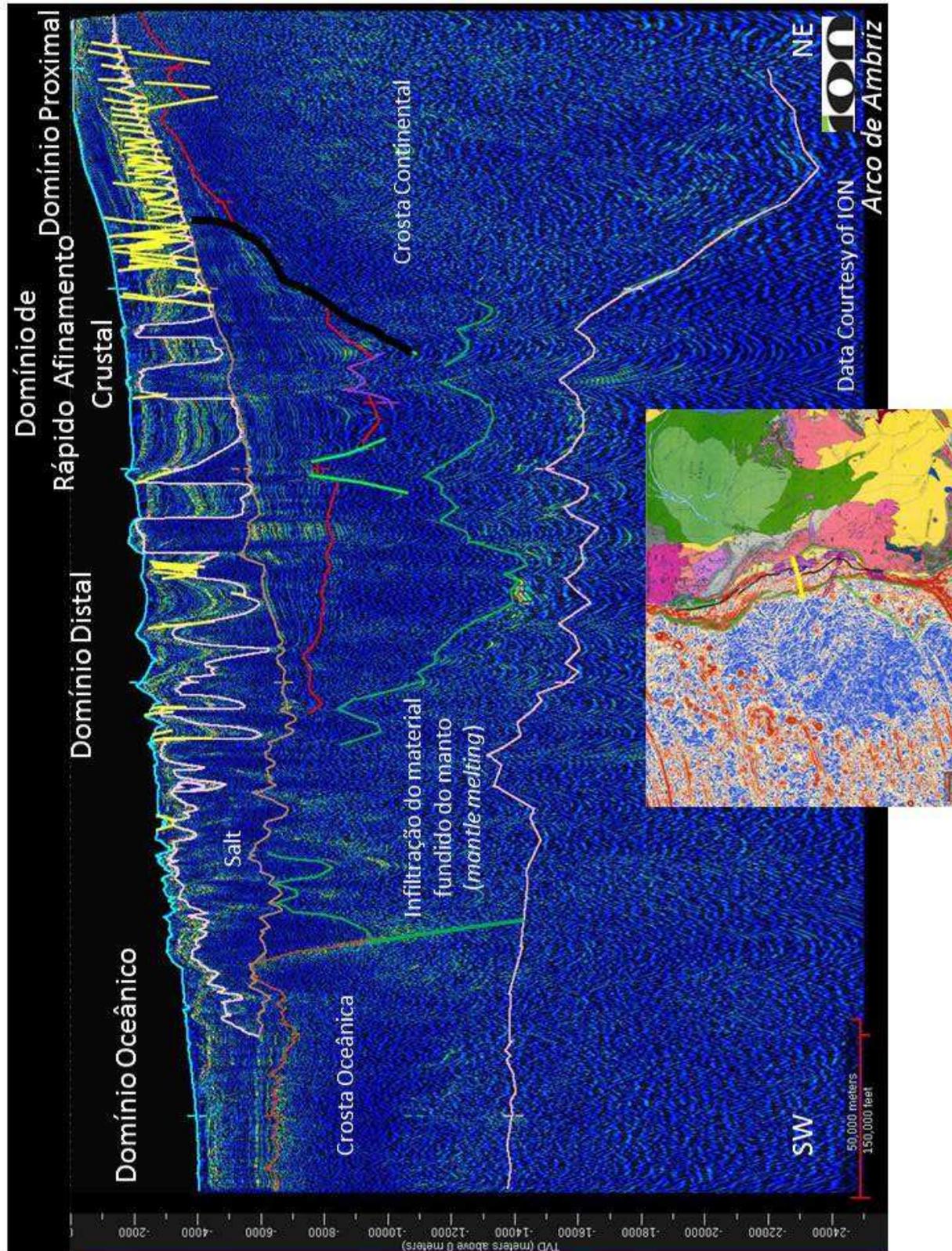
Nota: Seção sísmica em profundidade. Horizontes interpretados: azul claro – fundo do mar, rosa claro – sal, marron – topo do pré-sal, lilás – topo vulcânicas, roxo – topo magmatismo rift – SDRs (?), vermelho – embasamento cristalino, rosa - Moho. No mapa, a linha amarela mostra a localização dessa seção sísmica.

Fonte: A autora, 2016.

4.1.3 Margem Pobre em Magma

Ao norte da feição de Walvis Ridge, mais precisamente na área compreendida entre o *offshore* de Angola e do Gabão, ocorre uma clássica margem rifteada pobre em magma (KARNER et al. (1997), CONSTRUCCI et al. (2004), UNTERNEHR et al. (2010), BLAICH et al. (2011), ZALÁN et al. (2011)). O programa CongoSPAN de sísmica profunda 2D da ION permitiu um mapeamento sistemático, apesar de ser constituído por um *grid* aberto (Figura 1), mostrando um perfil crustal constituído de um Domínio Proximal, um Domínio de Rápido Afinamento Crustal (*necking domain*), um Domínio Distal e um Domínio Oceânico (Figura 40).

Figura 40 – Seção sísmica profunda EW, na margem pobre em magma, mostrando os principais domínios tectónicos identificados na margem rifteada da região entre o *offshore* de Angola e Gabão.



Nota: Seção sísmica em profundidade. Horizontes interpretados: azul claro – fundo do mar, rosa claro – sal, marron – topo do pré-sal, roxo – – topo magmatismo rife, vermelho – embasamento cristalino, rosa - Moho. A envoltória verde delimita a região infiltrada por material fundido do manto (*mantle melting*). No mapa, a linha amarela mostra a localização dessa seção sísmica.

Fonte: A autora, 2016.

Como essa região dispõe de um programa sísmico, a discriminação desses domínios foi realizada a partir do mapeamento dos refletores correspondente ao fundo do mar, topo e a base do sal, embasamento cristalino, Moho, crosta oceânica e uma tentativa de envoltória das reflexões de grande amplitude intra-crosta, por vezes observada na transição crosta continental-oceânica (OCT), que poderia refletir as áreas em que a crosta continental hiperestirada sofreu infiltração do material fundido do manto (*mantle melting*). A Moho foi estimada através do limite entre regiões com maior concentração de amplitudes em contraste com regiões transparentes. Aliado a esse trabalho de rastreamento dos refletores, foi realizado o mapeamento de um expressivo falhamento normal (em preto na Figura 40), que bordejia o principal depocentro dessa margem e que também representaria, no nível do embasamento, o limite para o Domínio de Rápido Afinamento Crustal.

Devido ao desenvolvimento de novos conceitos e abordagem para descrever e explicar os novos modelos propostos de rifteamento, também novos termos e definições foram introduzidos, como: termos morfológicos, nomes de domínios e termos referentes a processos geológicos. MÜNTENER et al. (2004, apud PERON-PINVIDIC & MANATSCHAL, 2008) e BESLIER et al. (1996, apud PERON-PINVIDIC & MANATSCHAL, 2008) descrevem a ocorrência de rochas do manto infiltradas na transição crosta continental-oceânica (OCT) como sendo resultantes da reação do manto residual com o magma na condição *subsolidus* durante o rifteamento, que por fim foram exumadas. Como nesta tese não estamos reconhecendo o processo de exumação do manto na descrição das margens analisadas, mas de regiões da crosta continental hiperestirada que exibem nas seções sísmicas um indicativo de terem sido afetadas por uma percolação de material fundido do manto (*mantle melting*), podendo ou não apresentarem exumadas, estamos sugerindo para a sua descrição a utilização do termo “infiltração”, mais precisamente, infiltração do material fundido do manto (*mantle melting*).

4.1.3.1 Domínio Proximal

O Domínio Proximal (Figura 37) corresponde a um corredor paralelo à costa (NNW-SSE) que varia de 40 a quase 200 km de largura, caracterizado pelo estiramento da crosta continental, onde a extensão produziu a formação das clássicas bacias tipo graben e meio-graben, com blocos rotacionados, que foram preenchidas por unidades sedimentares sin-

tectônicas em forma de cunha. Ressalta-se que o domínio avança para a região *onshore*, como no caso das bacias Interior de Kwanza e Dentale. Estende-se por mais de 1.350 km, em uma crosta continental que apresenta uma espessura variando de 22 a 24 km. A principal feição estrutural mapeada pela sísmica é constituída por um expressivo falhamento normal (falha preta na Figura 40), que delimita o principal depocentro dessa margem, cuja geometria segue a fábrica estrutural do embasamento Arqueano e Proterozóico adjacente. Uma particularidade observada nessa estrutura é que o seu traço em mapa (linha preta nas Figuras 34 e 37) aparece de forma descontínua, constituída por segmentos de falhas isoladas que propagam lateralmente, exibindo um comportamento de recuo para o continente (*back step*). A propagação desses segmentos causa a formação de uma zona de sobreposição ou estrutura de rampa de revezamento (MORLEY et al., 1990; CHILDS et al., 1995), que na região mais central da Bacia de Kwanza, coincide também com a região onde esse domínio apresenta uma maior largura. Essa região coincide na porção continental (*onshore*), onde no embasamento, verifica-se a ocorrência da estrutura de direção leste-oeste, conhecida como “Malange *Uplift*”, que limita rochas graníticas Arqueanas com retrabalhamento de 2.0-1.6 Ga de terrenos de 2.0-1.8 Ga (constituído por rochas gnáissicas do Cinturão Kimezian - Proterozóico) e das sequências do Cinturão do Oeste Congo de idade Pan-Africana (~650-500 Ma). A outra ocorrência do *back step* é observada no extremo norte da área, onde essa estrutura migra para a Bacia de Dentale no continente (*onshore*), passando a ser denominada de Flexura do Atlântico. Esse comportamento coincide com a região em que os domínios geotectônicos do embasamento mudam da direção NW-SE para NNW-SSE.

Nas extremidades desse domínio, tanto ao norte quanto ao sul, ele tende a desaparecer no contato bacia-embasamento ou a se fundir com os domínios de Rápido Afinamento Crustal e o Distal, não sendo mais expressivo. O interessante é que esse fato ocorre justamente quando começa a imperar a região de transição entre os diferentes tipos de margens (transição margem rica em magma para pobre em magma e transição margem pobre em magma para margem transformante).

4.1.3.2 Domínio de Rápido Afinamento Crustal (*Necking Domain*)

Em algumas seções sísmicas esse domínio aparece bem imageado, mostrando a abrupta elevação da Moho para profundidade em torno de 14 km, numa distância horizontal

de aproximadamente 20 km. Nesse ponto de inflexão, a espessura da crosta é reduzida para menos de 10 km. Apesar de a qualidade da sísmica utilizada ser, na nossa interpretação, razoavelmente boa, foi insuficiente para permitir definir se o expressivo falhamento rúptil que corta a crosta penetraria também no manto (Figura 40).

4.1.3.3 Domínio Distal

Esse domínio corresponde à região que foi hiperestirada, sendo caracterizado por uma crosta delgada, que apresenta uma espessura variando de 7 a 12 km, subjacente à bacia rifte, que pode alcançar 6,5 km de espessura. A maior parte desse domínio é sobreposta por uma maciça sequência salífera do Aptiano (KARNER & GAMBÔA, 2007), que tende a dificultar a interpretação do embasamento. Observando o mapa regional de arcabouço estrutural (Figura 34 e 37), esse domínio apresenta uma variação na largura de 63 km, na porção mais estreita, para 190 km na porção mais desenvolvida, ao longo dos 1.350 km em que foi mapeado. No programa CongoSPAN de sísmica profunda 2D da ION observa-se a ocorrência, de maneira não sistemática nesse domínio, de um padrão sísmico rico em anomalias de amplitude, limitados, nesse trabalho, pela envoltória verde, que poderia refletir as áreas em que a crosta continental hiperestirada sofreu infiltração do material fundido do manto (*mantle melting*), podendo ou não estar exposto, sem, no entanto, caracterizar uma exumação do manto (Moho), como preconizado em outros trabalhos. Essa interpretação alternativa tem como exemplo a Figura 40, na qual se observa que a ascensão do material fundido do manto (*mantle melting*) propiciou uma separação da crosta hiperestirada, ficando a bacia sedimentar em formação restrita à porção mais continental, enquanto a porção distal poderia apresentar tanto a exumação da crosta hiperestirada quanto dessas áreas com infiltração. Nessa específica seção sísmica, a infiltração é observada ao longo da base de todo o domínio distal, embora a pujança de material infiltrado se concentre na borda desse domínio (Figura 40), próximo ao Domínio Oceânico. No mapa de arcabouço tectônico (Figura 37), essas áreas de maior concentração de material infiltrado apresentam-se como anomalia de alto gradiente no mapa de gradiente horizontal total da anomalia Bouguer, com caráter de anomalias descontínuas lateralmente (áreas pontilhadas), estando as anomalias mais expressivas na porção norte desse domínio do que na porção sul. Ressalta-se que essa zona de descontinuidade ocorre justamente onde se interpreta também uma descontinuidade no limite entre crosta continental e oceânica (recuo

do limite na direção do continente). Também é relevante mencionar que, nas seções sísmicas onde se verifica essas reflexões de alta amplitude, os padrões sísmicos assumidos para a interpretação da Moho (limite entre regiões com maior concentração de altas amplitudes em contraste com regiões transparentes) desaparecem, sendo nitidamente visíveis até o início da ascensão do material fundido do manto (*mantle melting*) e só retornando a aparecer na base do Domínio Oceânico.

Nas extremidades desse domínio, tanto a norte quanto ao sul, parece que ele tende a se fundir com os domínios correlatos nas margens transformante e rica em magma (Figuras 34 e 37), respectivamente, que se desenvolvem a partir dessas regiões, gerando uma complexa arquitetura, também devido à influência do magmatismo presente nessas regiões.

A natureza do embasamento nesse domínio é discutível, embora, em nossa interpretação, acreditemos ser constituído tanto pela crosta continental hiperestirada como pela crosta continental hiperestirada com infiltração do material fundido do manto (*mantle melting*).

4.1.3.4 Domínio Externo

Esse domínio encontra-se bem caracterizado, com formação dos SDR ou cunhas vulcano-clásticas, na porção referente à margem rica em magma (entre as feições de Agulha Ridge - África do Sul e Walvis Ridge – Angola-Namíbia) e na região de transição para a margem pobre em magma, nas bacias de Namibe e Benguela. Mas, ao norte da Walvis Ridge, principalmente na região de ocorrência de uma clássica margem pobre em magma, esse domínio não é nitidamente observado provavelmente devido à presença da muralha de sal que mascara o registro sísmico abaixo, ou mesmo como resposta dos próprios processos que atuaram nessa região, que não possibilitaram a formação desse domínio.

4.1.3.5 Domínio Oceânico

Na região da margem rifteada entre Angola e Gabão (Figura 37), este domínio ocorre com uma espessura média de 7 km, apresentando, aparentemente, uma grande variedade de

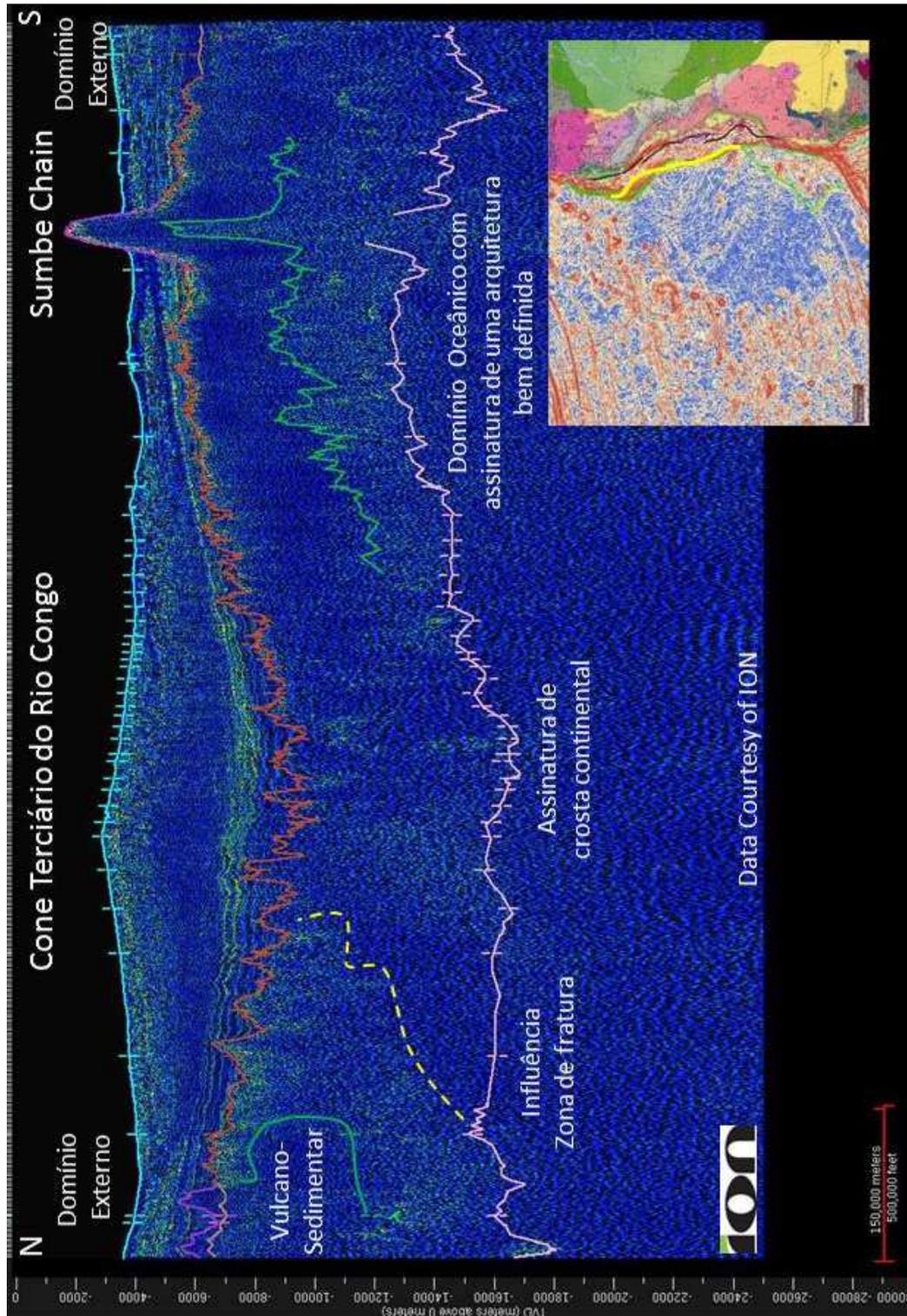
características sísmicas. Contudo, no contexto do arcabouço estrutural proposto, os extremos da seção sísmica profunda longitudinal (Figura 41) seriam imageamentos referentes à ocorrência do Domínio Externo ao longo dessa porção da margem, não estando, portanto, relacionada ao Domínio Oceânico.

Desta forma, no extremo sul dessa linha, é exibida parte do Domínio Externo, que integraria a arquitetura da margem rica em magma, que se desenvolveu ao longo de toda região sul da margem sul africana. O padrão sísmico é marcado por um predomínio de anomalias de alta amplitude.

No arcabouço estrutural proposto, essa seção sísmica só estaria imageando o Domínio Oceânico, propriamente dito, a partir da região da Cadeia Vulcânica Sumbe (*Sumbe Chain*) até a região do Cone do Terciário do Rio Congo (Figura 41). Na região de ocorrência da Cadeia Vulcânica Sumbe (*Sumbe Chain*), observa-se uma assinatura típica do Domínio Oceânico, formada por uma parte superior com um padrão sísmico transparente e a parte inferior por um padrão sísmico rico em anomalias de amplitudes sísmicas. Na região do Cone Terciário do Rio Congo, essa assinatura clássica é substituída por um padrão sísmico rico em anomalias de alta amplitude, que é muito similar à resposta sísmica da crosta continental.

Em direção ao extremo norte dessa linha sísmica, esse padrão é seguido por um padrão em que se observa uma assinatura transparente associada a uma rica em anomalias de alta amplitude, o que poderia ser resultante da influência das zonas de fratura, cujas manifestações começam a serem observadas na margem rifteada. Por fim, essa seção sísmica sofre uma inflexão e passa a registrar o Domínio Externo de uma provável margem transformante que se estabelecerá na região, a partir da Bacia do Rio Muni.

Figura 41 – Seção sísmica profunda longitudinal NW-SE mostrando a variedade de padrões sísmicos observados no Domínio Oceânico.



Nota: Seção sísmica em profundidade. Horizontes interpretados: azul claro – fundo do mar, roxo – vulcânicas, marron – topo da crosta oceânica, rosa – Moho. No mapa, a linha amarela, mostra a localização dessa seção sísmica.

Fonte: A autora, 2016.

Consoante a esta interpretação, CONTRUCCI et al. (2004), utilizando sísmica de refração, reconheceu dois padrões sísmicos no Domínio Oceânico, identificados ao longo da margem de Angola e Gabão, que interpretou como sendo: o **Tipo I**- correspondente a uma

crosta magmática normal de Penrose, caracterizada por uma arquitetura bem definida de três camadas e uma espessura média de 6 a 7 km; e o **Tipo II**- correspondente a um espalhamento oceânico lento numa margem pobre em magma, com topografia pronunciada e uma geometria interna não clara.

4.1.4 Transição Margem Pobre em Magma para Margem Transformante

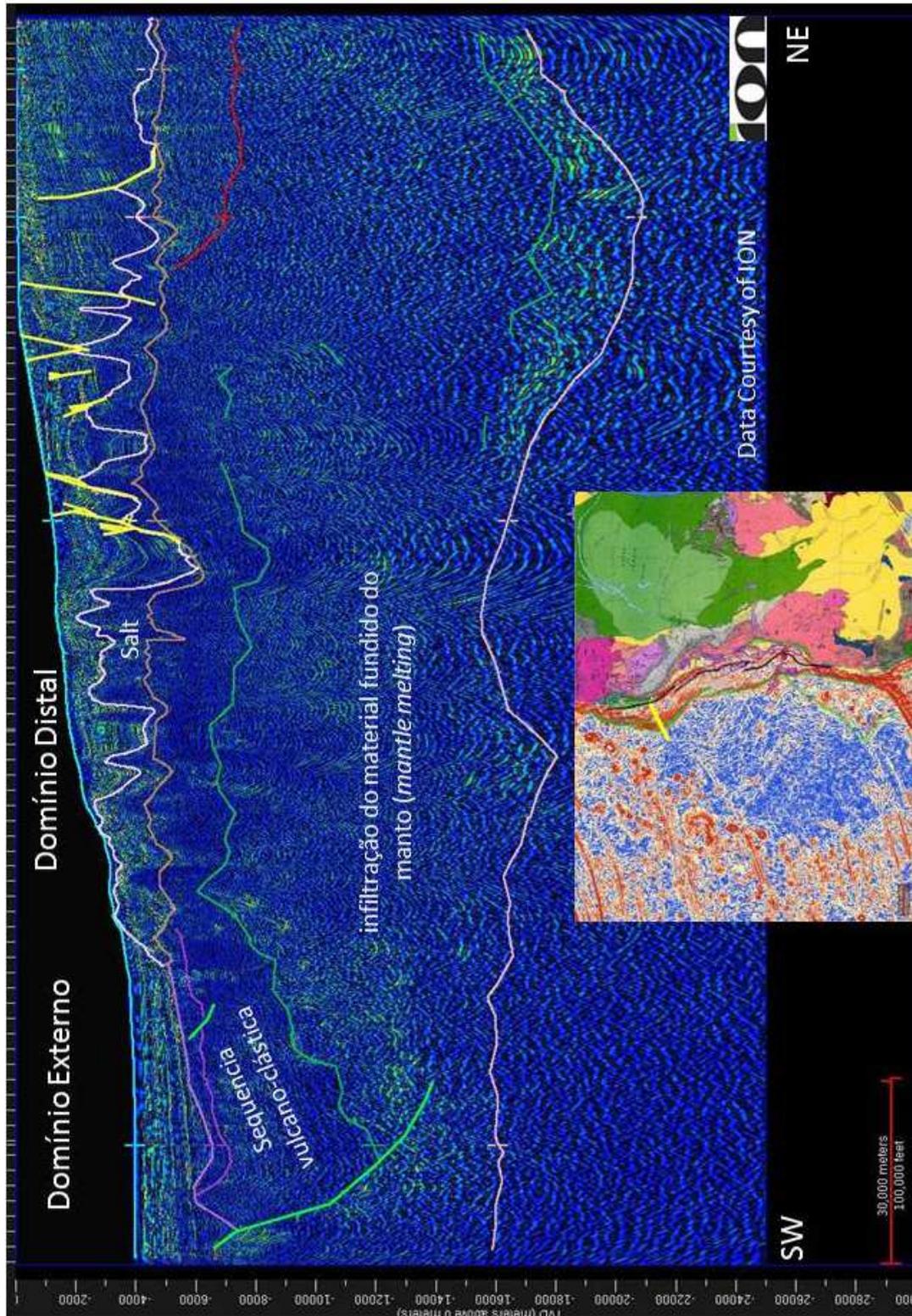
Na região das bacias do Gabão (porção norte) e do Rio Muni, ocorre a transição de um sistema de margem pobre em magma para um sistema de margem transformante. Essa região é caracterizada pelo reaparecimento do Domínio Externo (Figuras 34 e 37) e pela presença de perturbações do Domínio Distal causada, provavelmente, pela atuação das zonas de fratura.

A influência das zonas de fratura no desenvolvimento tectono-sedimentar dessa margem é reportado por TUNER et al. (2003), DUPRÉ et al. (2007), ROSENDAHL & GROSCHEL-BECKER (2000) e MOHRIAK & ROSENDAHL (2003), respectivamente referentes às zonas de fratura de Ascension, N’Komi e Kribi, embora, em relação ao impacto na configuração da margem rifteada, ainda seja pouco conhecido. Como parte dessa margem encontra-se no continente (*onshore*), o imageamento sísmico pelo programa CongoSPAN de sísmica profunda 2D da ION se restringiu aos domínios Distal, Externo e Oceânico. O Domínio Distal mostrou-se bem desenvolvido, com uma espessura variando de 10 a 13 km, e a cunha vulcano-clástica do Domínio Externo pode atingir 6 km de espessura. A seção sísmica transversal (Figura 42), nessa porção da margem, mostra que a infiltração do material fundido do manto (*mantle melting*), na crosta hiperestirada (envoltória verde), já observada na margem pobre em magma, continuou a se concentrar na borda do Domínio Distal, e que a ascensão desse material propiciou um isolamento entre a região, na qual haveria o desenvolvimento da bacia sedimentar a leste, da região a oeste, onde o sistema evoluiu para a formação do Domínio Externo (prisma vulcano-clástico). Em TUNER et al. (op cit.), essa região é descrita como uma proto-crosta oceânica, e ROSENDAHL & GROSCHEL-BECKER (op. cit.) a descreve como uma região com o manto parcialmente serpentizado. A seção sísmica longitudinal (Figura 43) mostra lugares onde a reflexão da Moho exibe uma acidentada topografia na crosta hiperestirada, que está sendo interpretado como decorrente da atuação dessas zonas de fraturas de direção NE-SW, que nessa região começam a mostrar

protagonismo, interagindo com os processos responsáveis pela formação das margens rifteadas.

No mapa regional de arcabouço estrutural (Figuras 34 e 37), o Domínio Externo apresenta direção NS, similar à verificada tanto no embasamento Pré-Cambriano quanto no Domínio Proximal adjacente, e uma largura máxima em torno de 60 km, com tendência a desaparecer para norte, na direção da Bacia do Rio Muni.

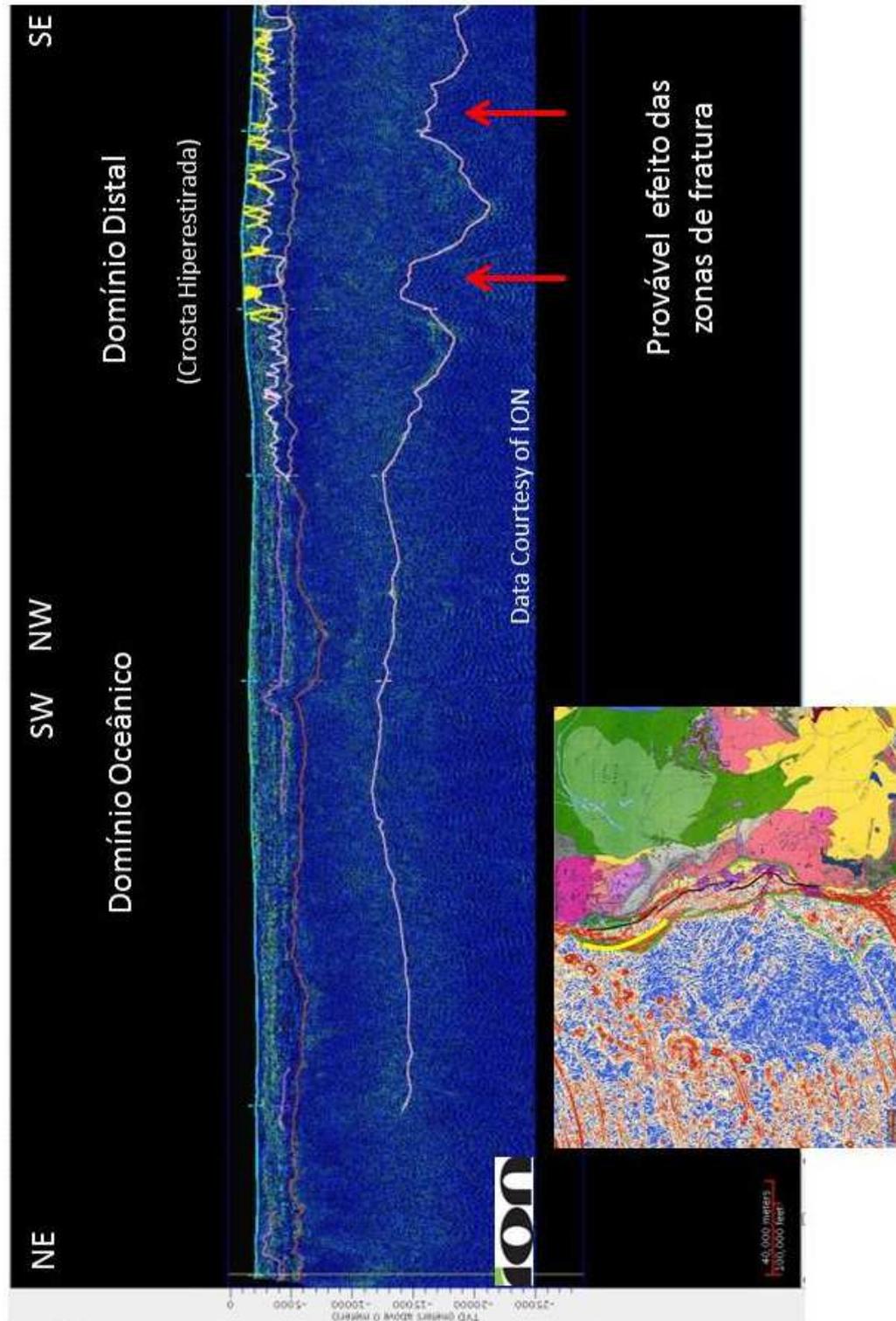
Figura 42 – Seção sísmica profunda transversal NE-SW, na zona de transição entre a margem pobre em magma e a margem transformante, mostrando a grande presença de infiltração de material fundido do manto (envoltória verde) na crosta hiperestirada e um provável prisma vulcano-clástico no limite do Domínio Distal com o Domínio Oceânico.



Nota: Seção sísmica em profundidade. Horizontes interpretados: azul claro – fundo do mar, lilás – vulcânicas, roxo – topo magmatismo rift – SDRs (?), marron – topo pré-sal, rosa – Moho. A envoltória verde delimita a região infiltrada por material fundido do manto (*mantle melting*). No mapa, a linha amarela, mostra a localização dessa seção sísmica.

Fonte: A autora, 2016.

Figura 43 – Seção sísmica profunda longitudinal NW-SE, ao norte da Bacia do Gabão, mostrando o provável efeito das zonas de fratura na crosta hiperestirada.



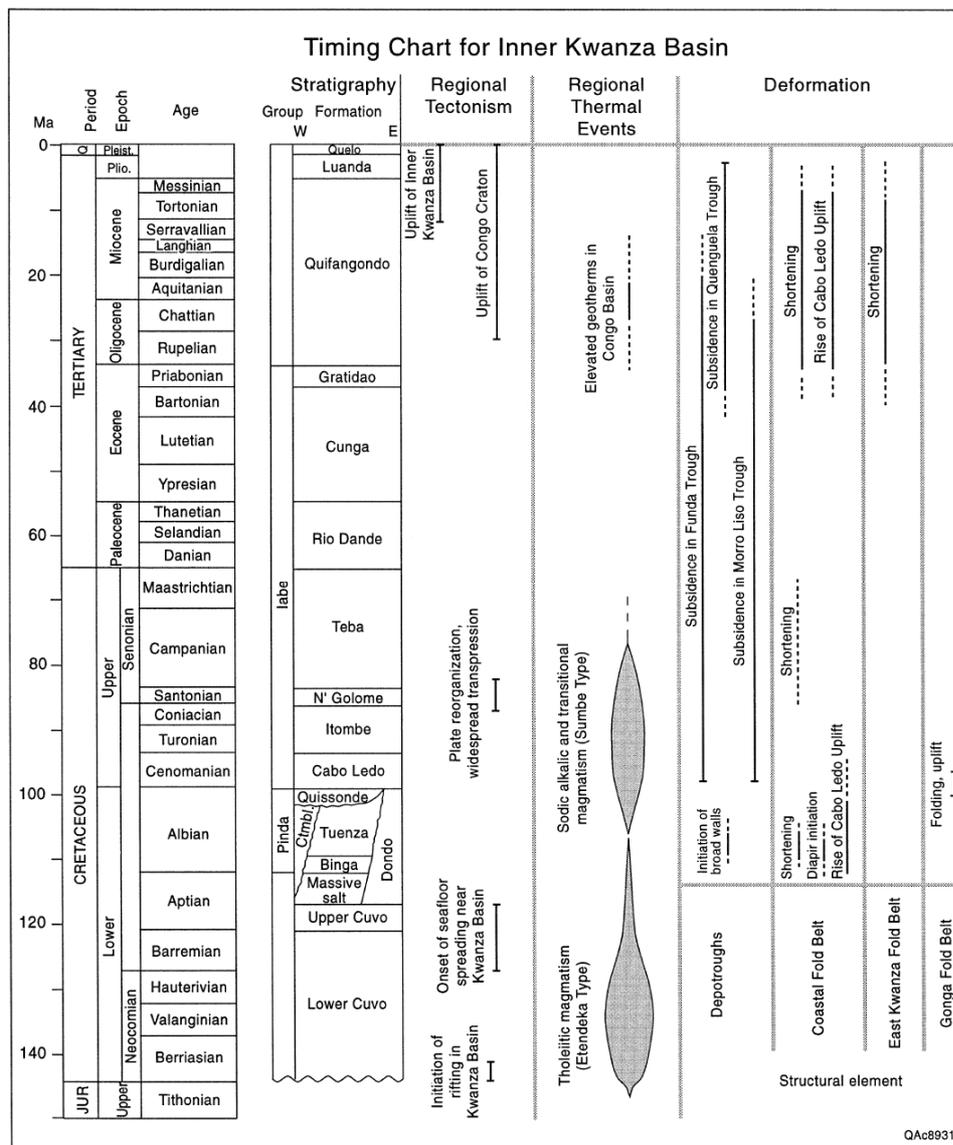
Nota: Seção sísmica em profundidade. Horizontes interpretados: azul claro – fundo do mar, rosa claro – sal, marron claro – topo do pré-sal, roxo – vulcânicas, marron – topo da crosta oceânica, rosa – Moho. No mapa, a linha amarela, mostra a localização dessa seção sísmica.

Fonte: A autora, 2016.

4.2 Magmatismo Rifte

Num estudo da margem africana, particularmente a Bacia Interior de Kwanza, HUDEC & JACKSON (2002) distinguiram, na carta estratigráfica e de eventos tectônicos - termal e deformacional (Figura 44), o magmatismo toleítico (Tipo Etendeka) como característico da fase rifte e o magmatismo alcalino-sódico (Tipo Sumbe) de uma fase tardia (Albo-Campaniano). Sugeriram que, devido a esses eventos magmáticos, a margem angolana tenha sido termalmente enfraquecida e susceptível a reativações ao longo da sua história geológica. Pelo fato de o vulcanismo sin-rifte ter sido intenso na Bacia Interior de Kwanza, alcançando centenas de metros abaixo da sequência evaporítica (de acordo com os poços perfurados na região), a Província Paraná-Etendeka se estenderia ao norte até a Cadeia Vulcânica Sumbe (Figura 37), ao sul da Bacia de Kwanza, permanecendo as áreas, em volta dessa bacia, magmaticamente ativas por todo o Neo-Cretáceo. As rochas vulcânicas do Cenomaniano, próximo à localidade de Sumbe, formariam parte da Cadeia Vulcânica de Sumbe, de direção NW-SE, que se estende até a região externa da Bacia de Kwanza. Alguns vulcões dessa cadeia vulcânica foram construídos sobre crosta oceânica de idade Neo-Aptiana a Eo-Albiana (Figura 37). Numerosos carbonatitos, nefelina-sienitos e complexos alcalinos de idade Albiana a Maastrichtiana estão presentes ao sul e a nordeste da Bacia de Kwanza. Esses autores correlacionaram a fragilização da litosfera da Bacia de Kwanza também a sua localização em frente à direção do Alto de Malange (*Malange Uplift*), o qual é cercado pela principal Zona de Cisalhamento Pan-Africana do Neoproterozóico, na terminação sul do Cinturão Dobrado do Oeste do Congo (*West Congo Fold Belt*).

Figura 44 – Carta temporal da Bacia Interior de Kwanza mostrando a estratigrafia e os eventos tectônicos - termal e deformacional.



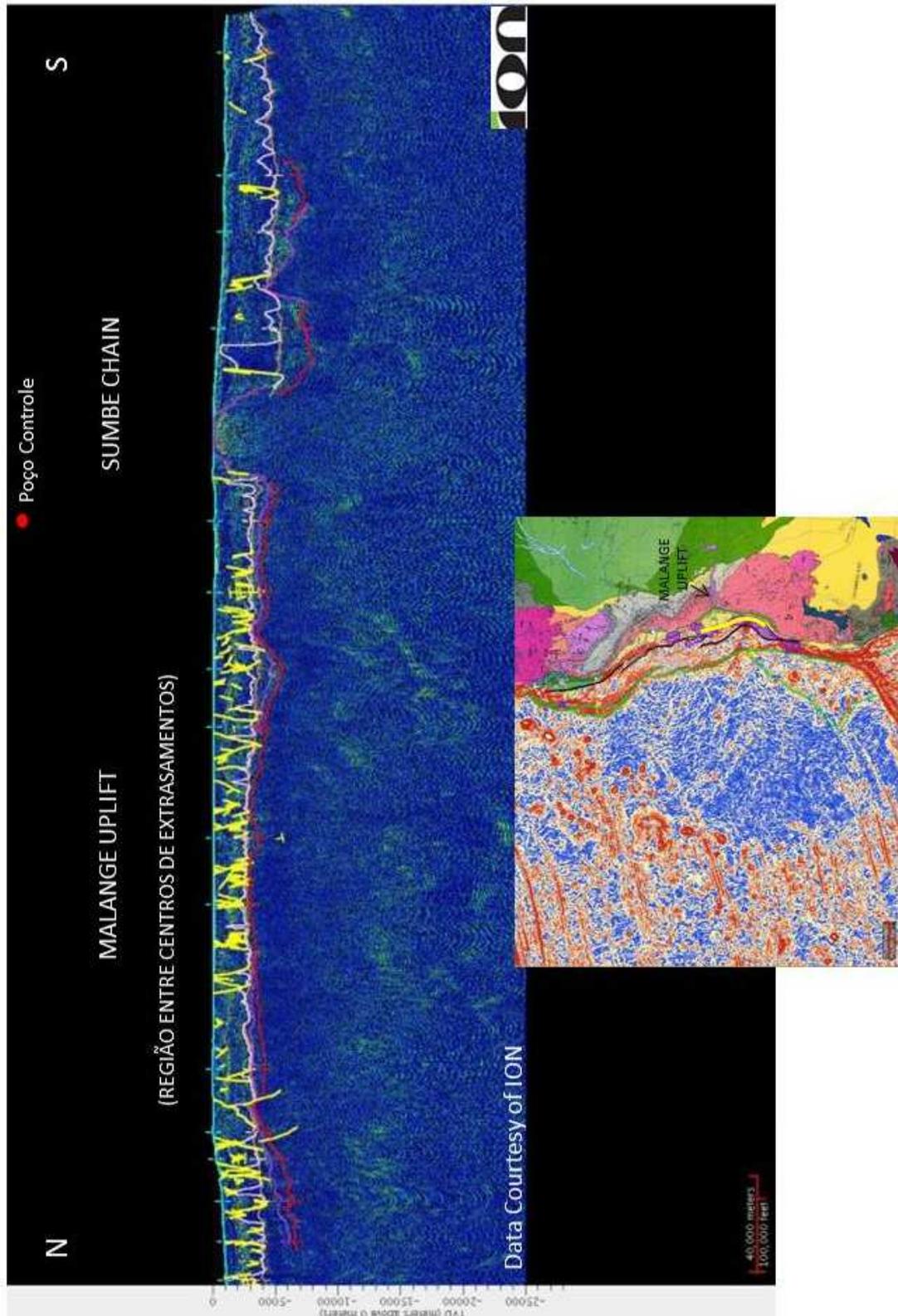
Nota: Magmatismo toleítico (Tipo Etendeka) característico da fase rifte e o magmatismo alcalino sódico (Tipo Sumbe) de uma fase tardia (Albo-Campaniano).

Fonte: HUDEC & JACKSON, 2002.

A interpretação sísmica do programa CongoSPAN de sísmica profunda 2D da ION, suportada pelas informações dos poços perfurados ao longo da margem rifteada entre Angola e Gabão possibilitou o delineamento de prováveis áreas de ocorrência de magmatismo tanto associado à fase rifte quanto à fase pós-rifte. A Figura 34 e, mais detalhadamente, a Figura 37 mostram a distribuição dessas áreas sobre o mapa do arcabouço geotectônico do Oeste Africano SubSaariano, permitindo observar que o magmatismo associado à fase rifte tende a se restringir ao Domínio Proximal dessa margem, com exceção da porção mais ao sul, que marca a transição entre os diferentes tipos de margem. Essas regiões de ocorrência não

apresentam um caráter contínuo, mas como bolsões que mantêm uma interligação com as principais feições do embasamento adjacente, como as estruturas do Malange *Uplift* e do Arco de Ambriz. As seções sísmicas profundas longitudinais das Figuras 45 e 46 mostram que essas feições atuam na margem rifteada como regiões de litosfera estável e resistente entre os centros de extravasamentos, conforme o modelo proposto por GEOFFROY (2001 e 2005) – (Figura 27) para uma margem rica em magma, baseado na hipótese de segmentação tectônica e magmática controlada pela instabilidade diapírica da astenosfera.

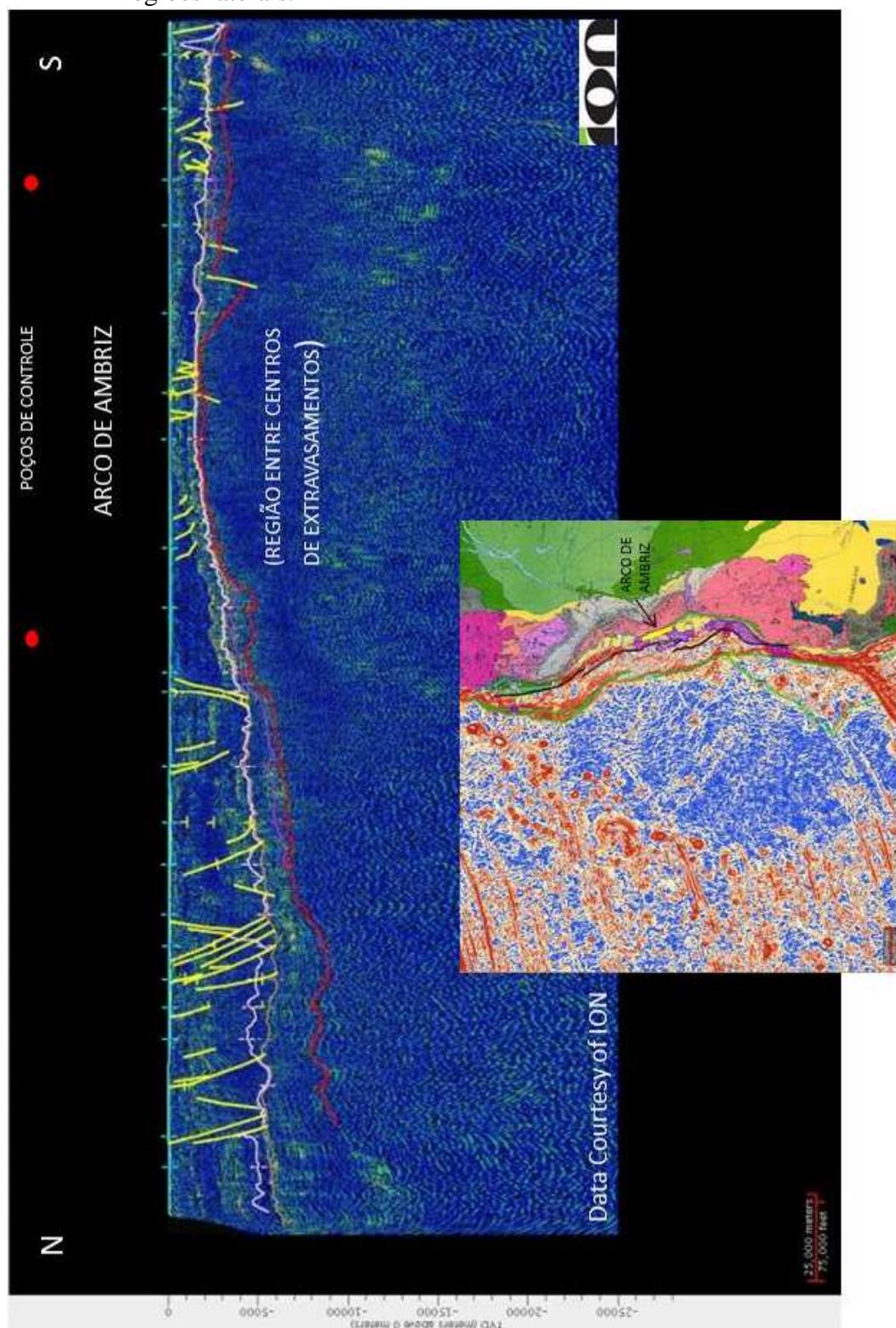
Figura 45 – Seção sísmica profunda longitudinal, na margem pobre em magma, mostrando a influência da feição de Malange *Uplift* sobre a margem rifteada, fazendo com que o magmatismo associado à fase rifte somente ocorra nas regiões laterais.



Nota: Seção sísmica em profundidade. Horizontes interpretados: azul claro – fundo do mar, rosa claro – sal, marron claro – topo do pré-sal, roxo – topo magmatismo rifte, lilás – vulcanismo, vermelho – embasamento cristalino. No mapa, a linha amarela, mostra a localização dessa seção sísmica.

Fonte: A autora, 2016.

Figura 46 – Seção sísmica profunda longitudinal, na margem pobre em magma, mostrando a influência da feição do Arco de Ambriz sobre a margem rifteada, ocasionando que o magmatismo associado à fase rifte somente ocorra nas regiões laterais.



Nota: Seção sísmica em profundidade. Horizontes interpretados: azul claro – fundo do mar, rosa claro – sal, marron claro – topo do pré-sal, roxo – topo magmatismo rifte, vermelho – embasamento cristalino. No mapa, a linha amarela, mostra a localização dessa seção sísmica.

Fonte: A autora, 2016.

A Tabela 1 mostra as características das rochas vulcânicas atravessadas por alguns poços perfurados na margem rifteada. Observar que o poço X6 perfurou 920 m nessa sequência sem atingir sua base.

Tabela 1 – Resumo dos dados referentes às amostras de calhas de alguns dos poços que atravessaram as rochas vulcânicas associadas à fase rifte, na margem rifteada entre Angola e Gabão.

POÇO	COORDENADAS (WGS84 – MC: 15E)	LITOLOGIA	PROFUNDIDADES
X1	X = 343371,8737; Y = 8760230,383	Vulcânica	De 3.803 a 4.250 m - profundidade final do poço
X2	X = 337601,3594; Y = 8792582,379	Cinzas vulcânicas de cor cinza escuro	De 4.005 a 4.099,7 m - profundidade final do poço
X3	X = 340169,1399; Y = 8783085,506	Cinzas vulcânicas de cor cinza e branca e basaltos cinza escuro a verde acinzentado, afanítico, abundante plagioclásio, calcita e veios de pirita	De 3.800 a 3.850 m - profundidade final do poço
X4	X = 312541,0093; Y = 8838759,523	Vulcânica	De 3.339 a 3.419 m - profundidade final do poço
X5	X = 270524,1236; Y = 8967603,72	Basalto multicolorido cinza, textura microdolerítica, olivina alterada, traços de granada, clorita	De 3.238 a 4.158 m - profundidade final do poço
X6	X = 288150,719; Y = 9071750,587	Vulcânica verde a cinza escuro, vesicular, mosqueado	De 2.574 a 3.255,9 m - profundidade final do poço
X7	X = 221622,6871; Y = 9183016,994	Ígnea básica, fragmentos esverdeados, duro	De 3.502 a 3.550 m - profundidade final do poço

Fazendo uma analogia com o modelo proposto por STICA et al. (2013) para a porção sul da margem Sul-Americana, podemos supor que a margem rifteada conjugada no Oeste Africano SubSaariano também apresentaria semelhança em relação à propagação da ruptura crustal e sua associação com o magmatismo Paraná-Etendeka. De acordo com o estudo de VERA et al. (2010), na Bacia de Orange, o processo de rifteamento com formação dos SDRs teve início no Neo-Jurássico (Oxfordiano – 160 Ma), portanto, anterior à fase principal do magmatismo Paraná-Etendeka, datado de 134 a 129 Ma (PEATE, 1997). Ao se propagar de sul para norte, o rifteamento atingiria Morro Vermelho (Figura 6), equivalente ao ponto tríplice dos enxames de dique de Florianópolis, Ponta Grossa e Serra do Mar, provavelmente

após a fase principal desse magmatismo. Ou seja, o rifteamento não se propagou a partir desse ponto tríplice.