

6 CÂNIONS E REGIÃO DE ENTORNO

Expandindo as fronteiras de avaliação, o capítulo 6 visualiza o Cânion Grussaí e o Cânion Almirante Câmara no ambiente em que eles estão inseridos. Para isso a interpretação realizada no Capítulo 4 e Capítulo 5, será expandida com auxílio dos resultados obtidos no transecto G, transecto H e nas estações na região da foz do Rio Paraíba de Sul.

A Figura 6.1 exibe o posicionamento de cada estação e a faciologia do sedimento.

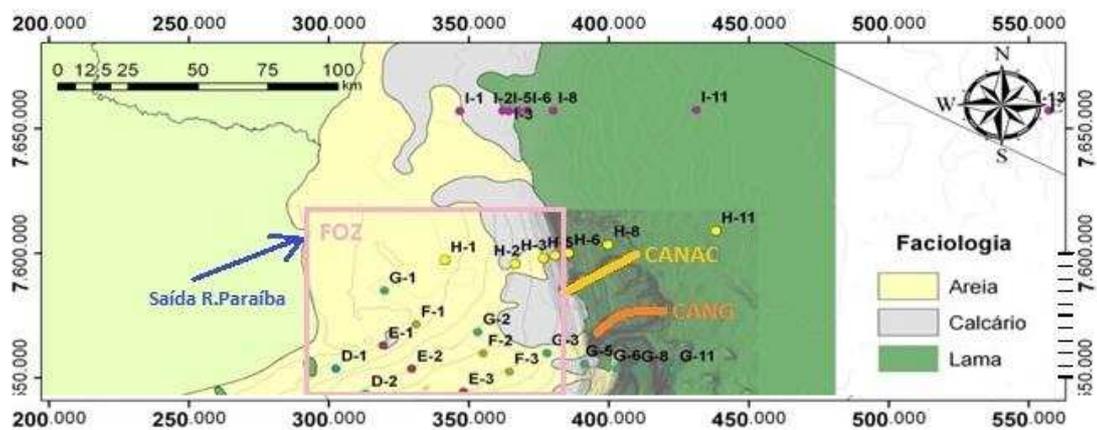


Figura 6.1 – Mapa geográfico da região da Bacia de Campos destacando estações e faciologia.

6.1. Informações de Coleta

A amostragem de sedimento nos Cânions Grussaí e Almirante Câmara foram realizadas em duas campanhas, Inverno 2008 e Verão 2009, descritas respectivamente nos itens 4.2 e 5.2 deste trabalho. A coleta nos transectos G e H, no entanto foram realizadas em três campanhas: Inverno de 2008, Verão de 2009

e Inverno de 2009 enquanto a amostragem da região de FOZ se desempenhada em duas campanhas: Verão 2009 e Inverno 2009. A metodologia empregada confere com a descrita no Capítulo 3.

6.2.HPAs

A Figura 6.2 e Figura 6.3 exibem, em um formato box-plot, a concentração dos 16 HPAs prioritários e do total de HPAs nas 5 regiões abordadas neste capítulo: Canion Grussaí (CANAC), Cãnion Almirante Câmara (CANAC), transecto G (G), transecto H (H) e a região da foz do Rio Paraíba do Sul (FOZ).

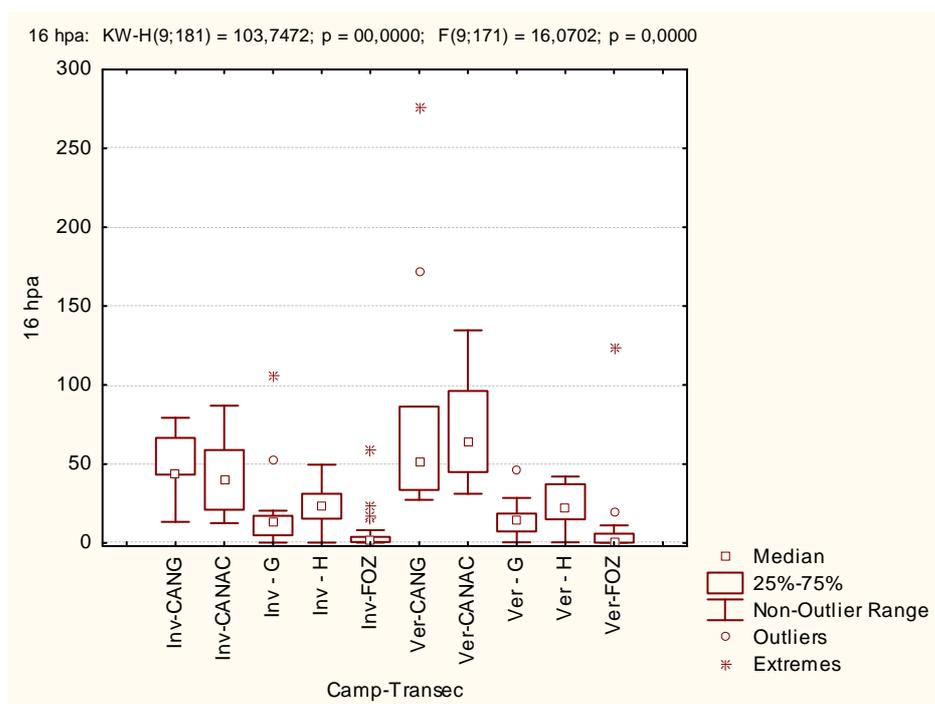


Figura 6.2. Gráfico no formato box-plot com concentrações ($\mu\text{g g}^{-1}$) dos 16 HPAs, agrupados por estação e campanha.

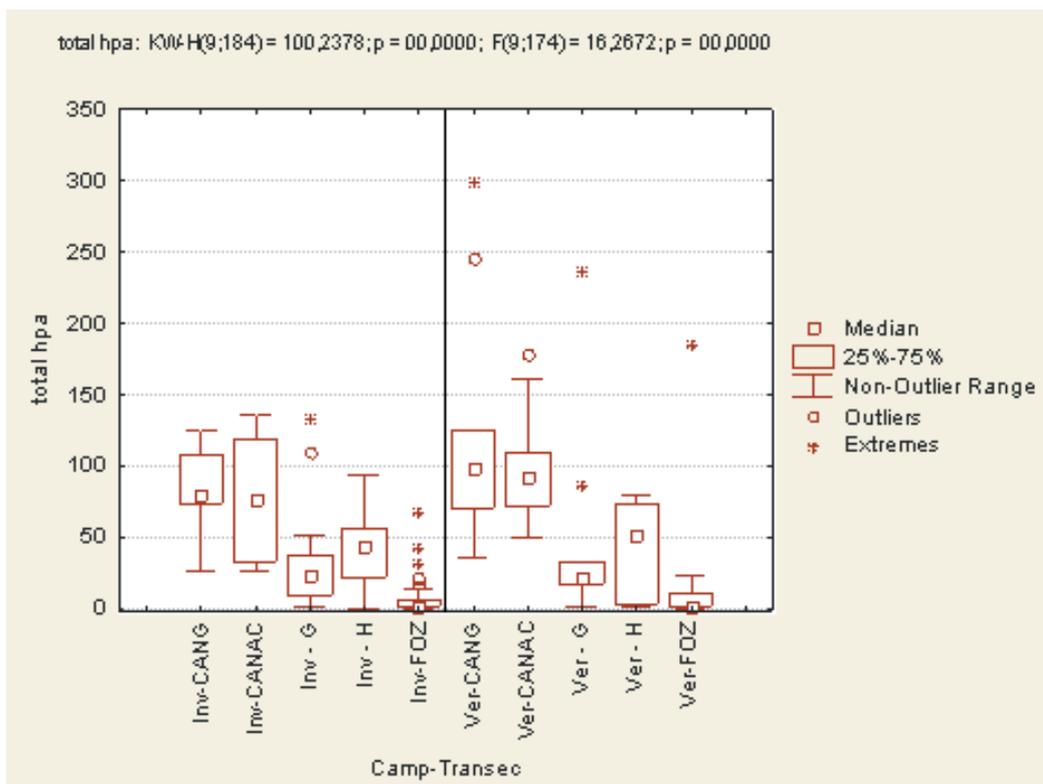


Figura 6.3. Gráfico no formato box-plot com concentrações (ng g^{-1}) do Total de HPAs, agrupados por estação e campanha.

O valor de p inferior a 0,001 exibido na Figura 6.2 e Figura 6.3 indica diferenças muito significativas entre as concentrações encontradas nas estações de amostragem, segundo o agrupamento por transecto e campanha. No entanto a Tabela 6.1 exhibe o valor de p calculado independentemente em cada transecto, no agrupamento por campanha: inverno e verão.

Tabela 6.1. Valor de p paramétrico (ANOVA) entre os agrupamentos inverno e verão.

	Valor de p (ANOVA)	
	16 HPAs	Total HPAs
CANG	0,2342	0,2237
CANAC	0,0145	0,2519
G	0,9759	0,3618
H	0,9596	0,9066
FOZ	0,2730	0,3000

O valor de p foi inferior a 0,05 somente na concentração de 16 HPAs no Cânion Almirante Câmara. Nos demais parâmetros e transectos, os valor na

Tabela 6.1 apontam para uma diferença não significativa entre a concentração dos 16 HPAs e concentração do total de HPAs em cada transecto analisado, ou seja, não há diferença significativa entre as concentrações de inverno e verão.

Como observado na Figura 6.2 e Figura 6.3, os transectos G e H, bem como a região de Foz, exibem concentrações inferiores em relação às obtidas nos cânions em estudo. Dentre estes, o transecto H possui as concentrações mais elevadas, seguido pelo transecto G e a região de Foz.

No transecto H, há uma elevação na concentração geral durante a campanha de verão em relação à campanha de inverno. No transecto G e na região de Foz, a alteração na concentração entre as campanhas não é tão expressiva, porém nota-se na campanha de verão uma redução na dispersão dos dados. No entanto, o valor de p nestes agrupamentos apontam para diferenças não significativas entre estas concentrações.

A Figura 6.4 exhibe a relação entre a concentração do total de HPAs e os 16 HPAs.

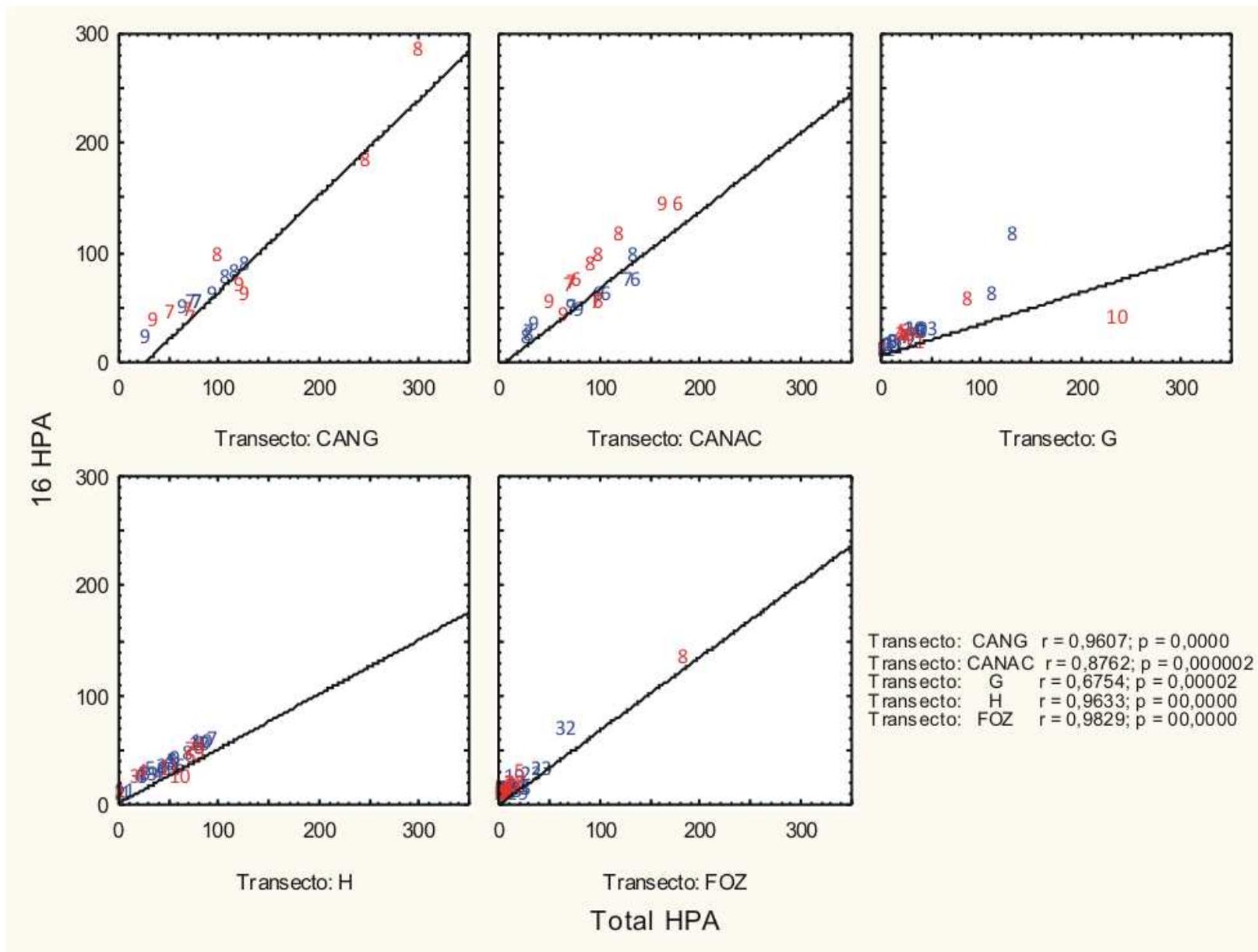


Figura 6.4. Relação $\sum 16\text{HPAs} \times \text{HPAs}$ (concentração em ng g^{-1}) e linha de tendência, agrupados por campanhas.

No transecto G, a estação G08 possui maior afastamento em relação à linha de tendência, resultado no único transecto com baixo valor de correlação, calculado pelo R2. Os demais transectos possuem elevado valor de R2 e $p < 0,05$, indicando boa correlação da razão 16HPAs/Total de HPAs com a linha de tendência, apesar das diferenças significativas entre os valores da razão.

Seguindo o mesmo escopo aplicado nos capítulos anteriores, as razões diagnósticas de HPAs são separadas em dois grupos segundo a informação principal gerada. Estes grupos visam: (1) a distinção entre origem petrogênica ou pirogênica; (2) distinção entre fontes de combustão de biomassa e combustão de compostos petrogênicos.

As Figura 6.5 e Figura 6.6 exibem um comparativo das razões $IP / (IP + BghiPe)$ e da razão $BaA / BaA + Cri$ com $Fl / (Fl + Pi)$ para distinção entre origem petrogênica ou pirogênica.

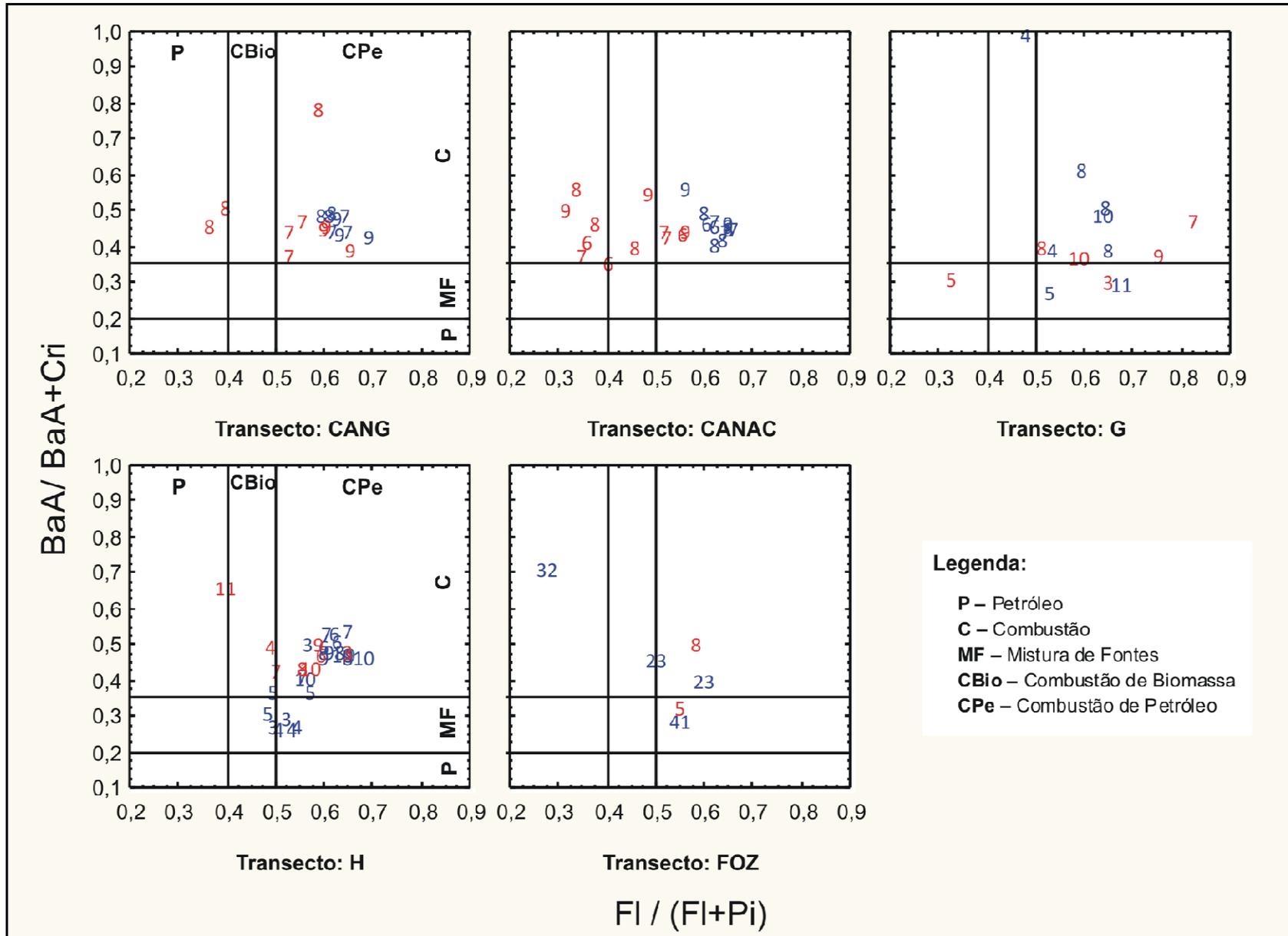


Figura 6.5. Relação entre as razões diagnósticas $FI/(FI+Pi) \times BaA / (BaA + Cri)$, agrupados por campanha.

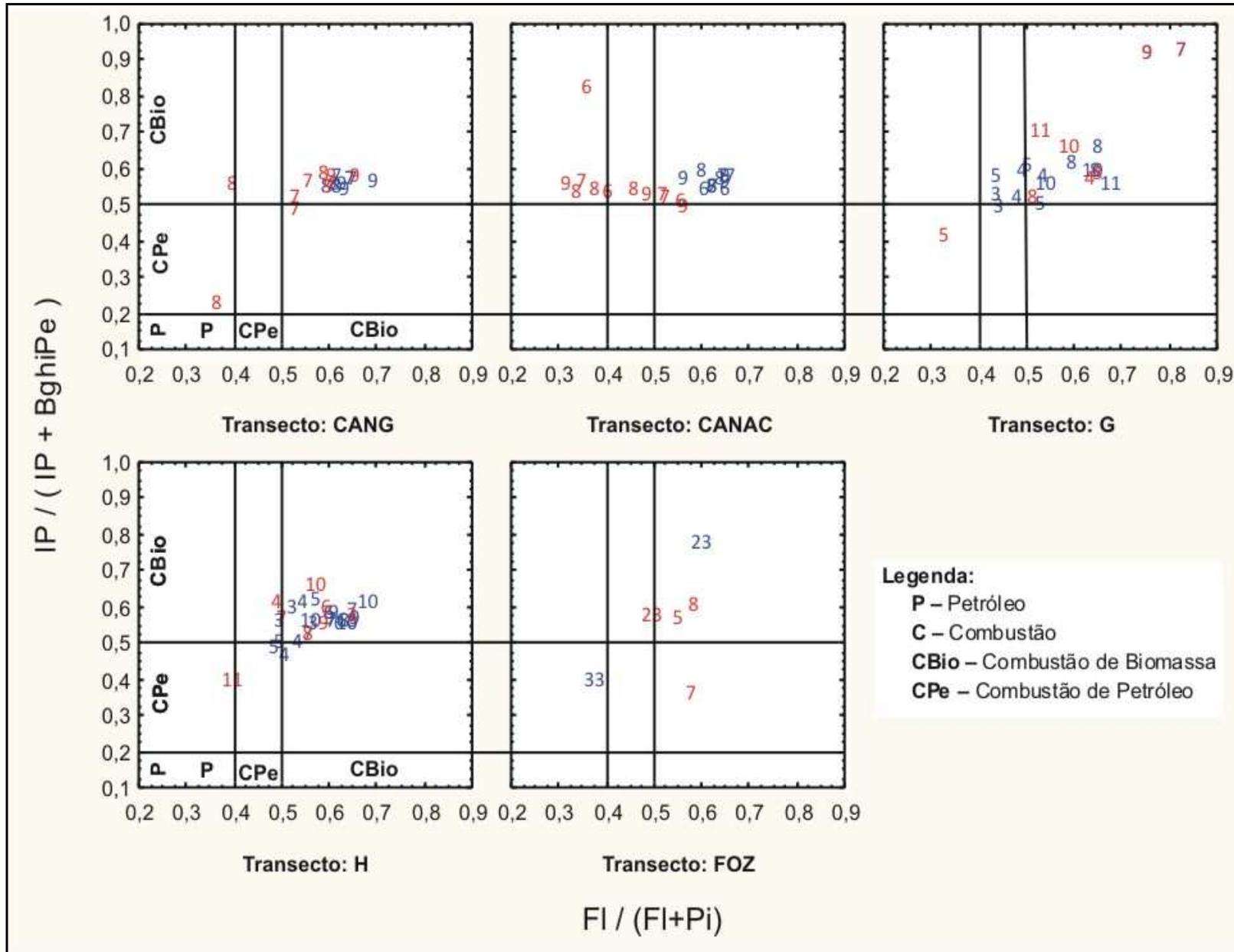


Figura 6.6 Relação entre as razões diagnósticas $IP / (IP + BghiPe) \times FI / (FI + Pi)$, agrupados por campanha.

Os gráficos cruzados, segundo sugestão de Yunker (2002), indicam de acordo com a razão $Fl/(Fl+Pi)$ a presença de material de origem petrogênica no Cânion Almirante Câmara durante a campanha de verão

O material de origem indicado como predominante é pirogênico nos cânions, bem como na maior parte dos transectos, onde também há estações com indicações de mistura de fonte.

A presença de óleo nas estações dos Cânions Grussaí e Almirante Câmara foi apontada, nos capítulos anteriores, pelas concentrações de hopanos, mas no entanto, a prevalência do predomínio desta fonte de HPAs não é corroborada pelas demais razões diagnósticas aplicadas.

Em contra partida, as razões diagnosticas de HPAs não indicam a presença de petróleo em algumas amostras, onde o histograma de concentração possui feições características da presença de material petrogênico. Da Figura 6.7 a Figura 6.9 são apresentados os histogramas de concentração destas amostras com respectivos resultados das razões diagnósticas de HPA.

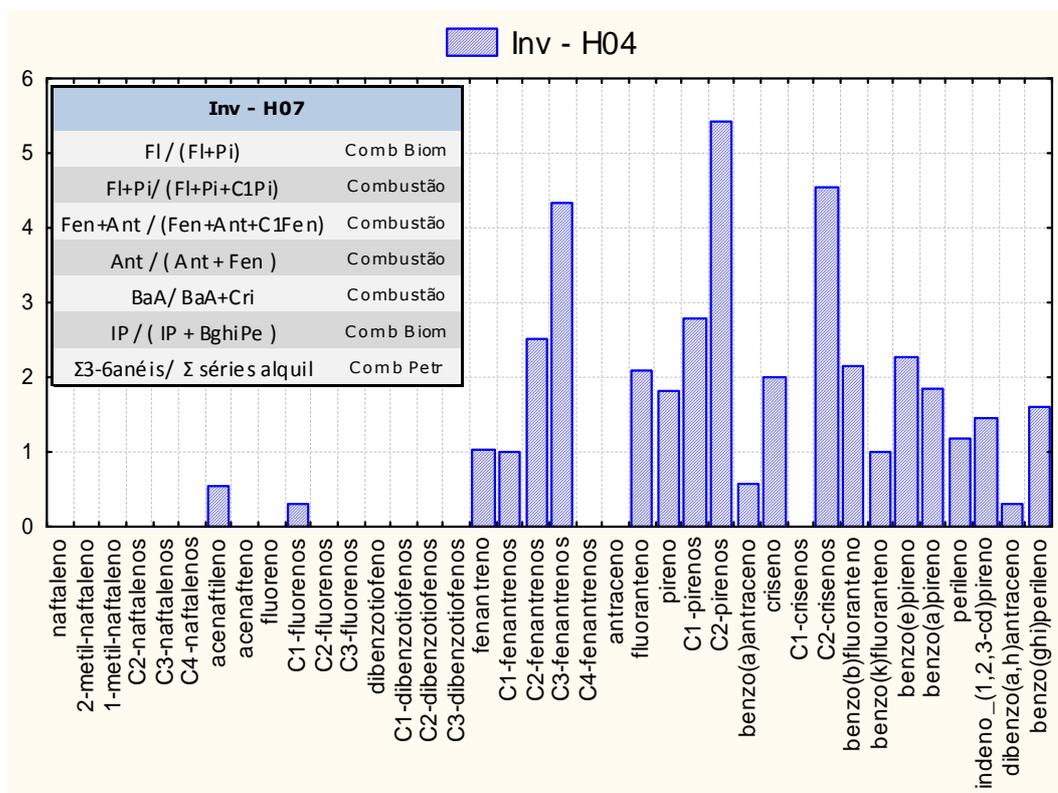


Figura 6.7. Histograma de concentração de hidrocarbonetos aromáticos – H04, Inverno.

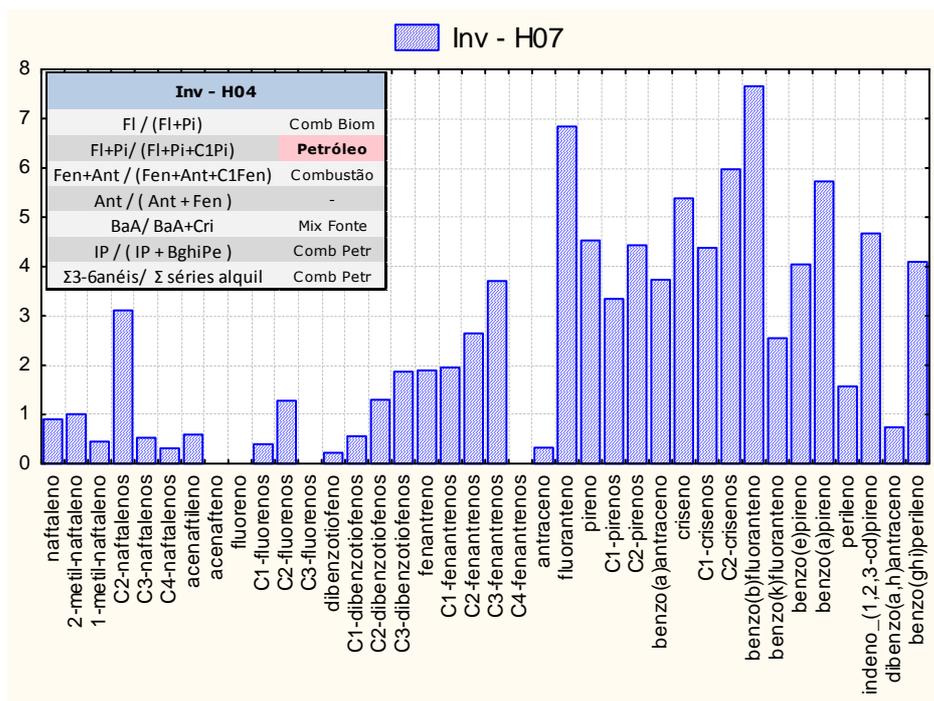


Figura 6.8 – Histograma de concentração de hidrocarbonetos aromáticos – H07, Inverno.

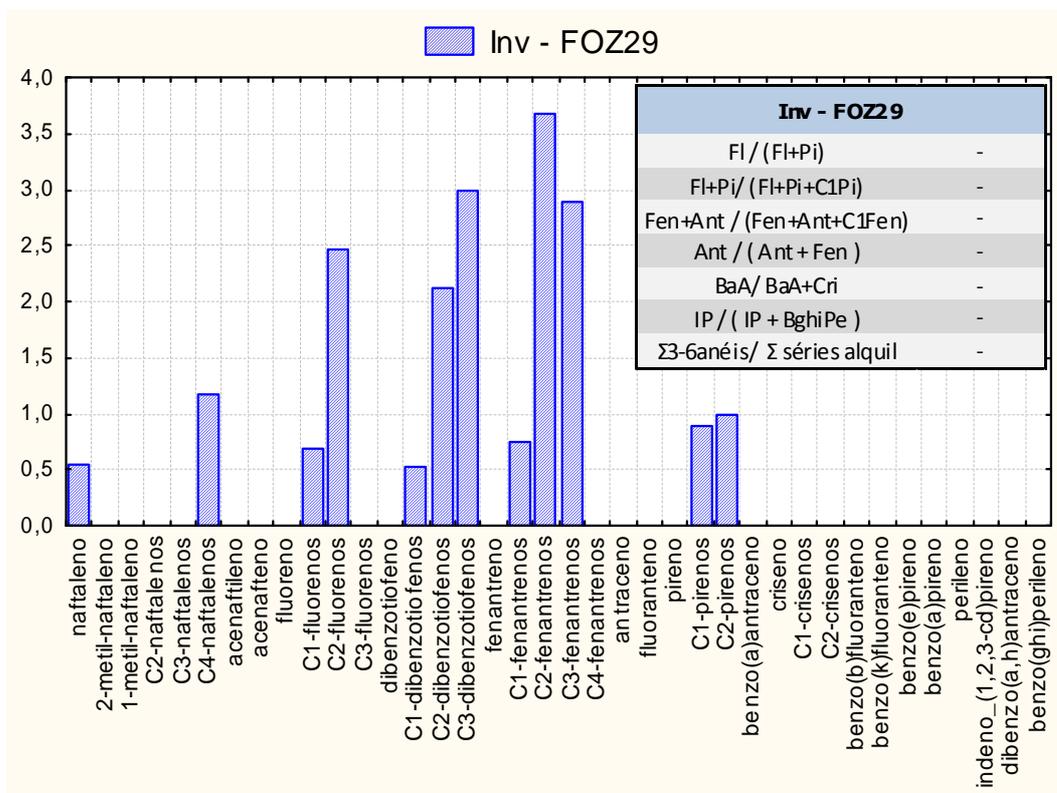


Figura 6.9. Histograma de concentração de hidrocarbonetos aromáticos – FOZ29, Inverno.

Nas amostras exemplificadas acima, observa-se na série fenantreno e dibenzotiofeno um aumento de concentração na série de alquilados em relação ao composto parental. Essa feição em curva ascendente é característica de material petrogênico degradado, onde os compostos mais leves tendem a ser preferencialmente consumidos em relação aos compostos mais pesados (Page et al, 1993).

No entanto, dos exemplos acima expostos, somente a razão $Fl+Pi / (Fl+Pi+C1Pi)$ calculada na amostra Inverno-H07 indica a presença de material petrogênico enquanto as outras razões calculadas sugerem origem pirogênica de hidrocarbonetos ou mistura de fontes. Na amostra de Inverno-FOZ29, exibida na Figura 6.9, as razões diagnósticas de HPA sequer foram possíveis de calcular devido à baixa concentração dos compostos necessários para composição do numerador e denominador. Ressalta-se por tanto, a fundamental necessidade de um uso integrado das ferramentas de diagnóstico para evitar-se equívocos na interpretação dos resultados.

A Figura 6.10, Figura 6.11 e Figura 6.12 exibem a razão $1,7 / (1,7 + 2,6)$ DiMeFen em gráficos cruzados com outras razões diagnósticas, no intuito de distinguir entre o a origem do hidrocarbonetos aromáticos pirogênico de biomassa e os pirogênicos de petróleo e derivados:

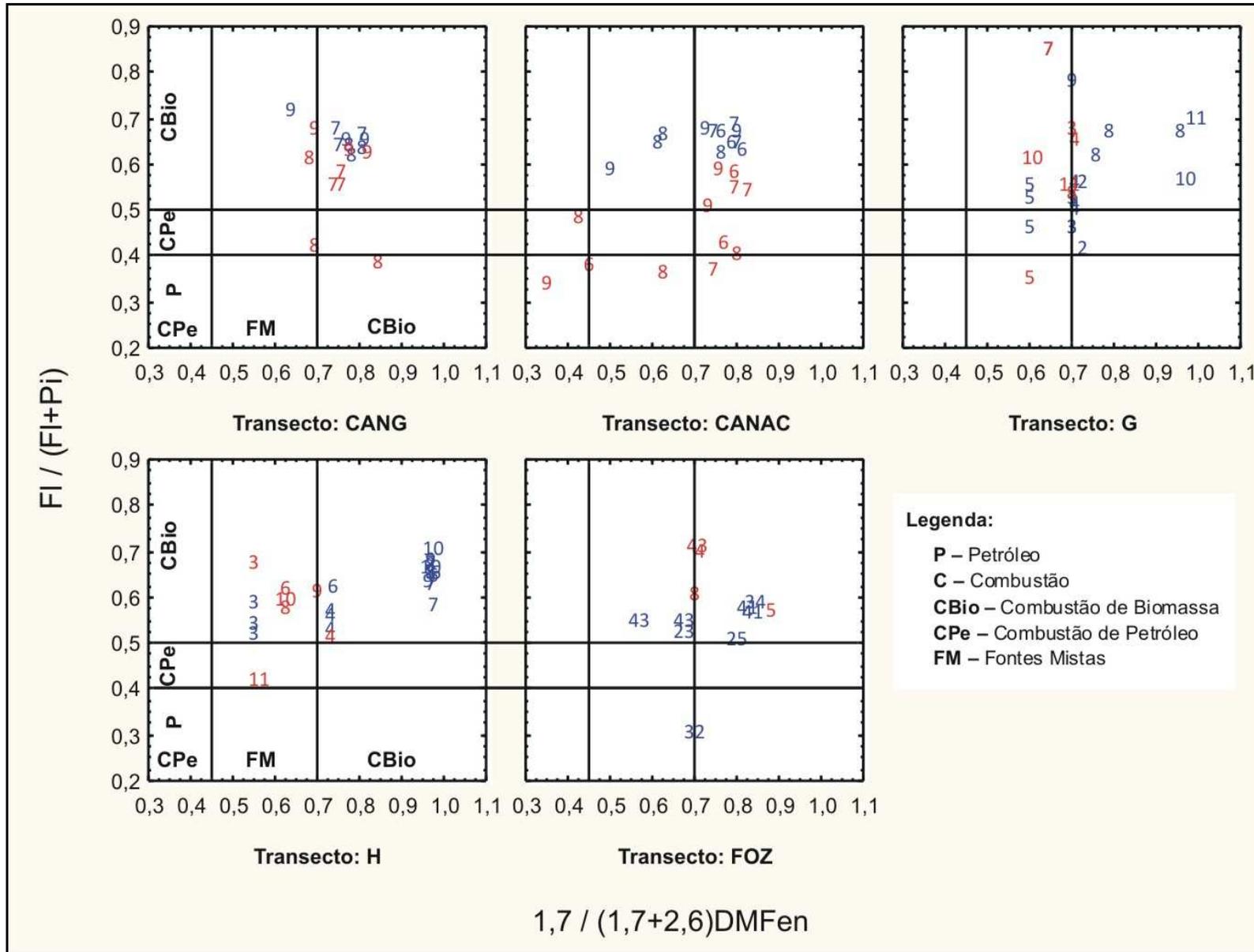
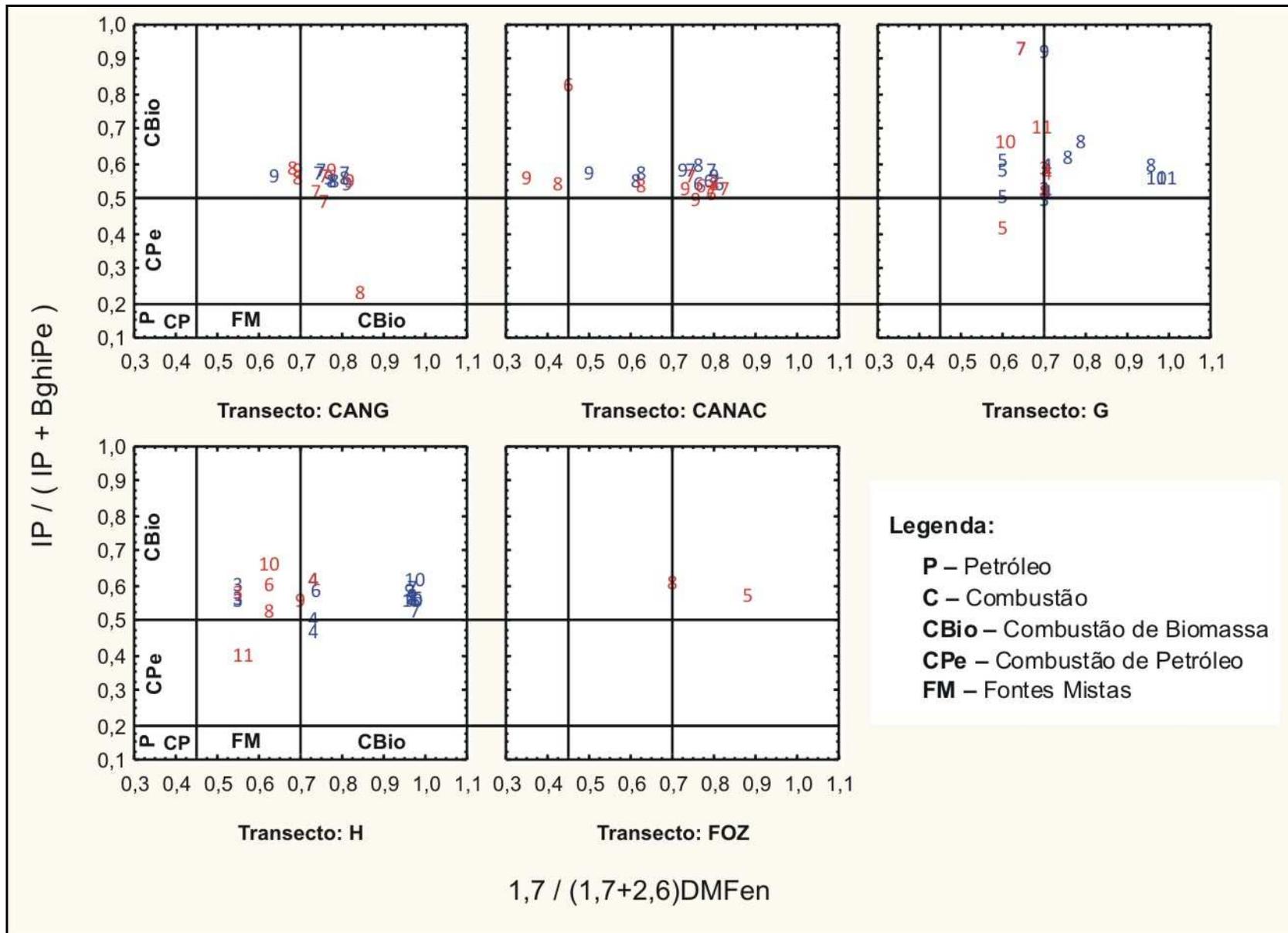


Figura 6.10. Relação entre as razões diagnósticas $1,7 / (1,7+2,6) DiMeFen$ x $FI/(FI+Pi)$, agrupados por campanha.



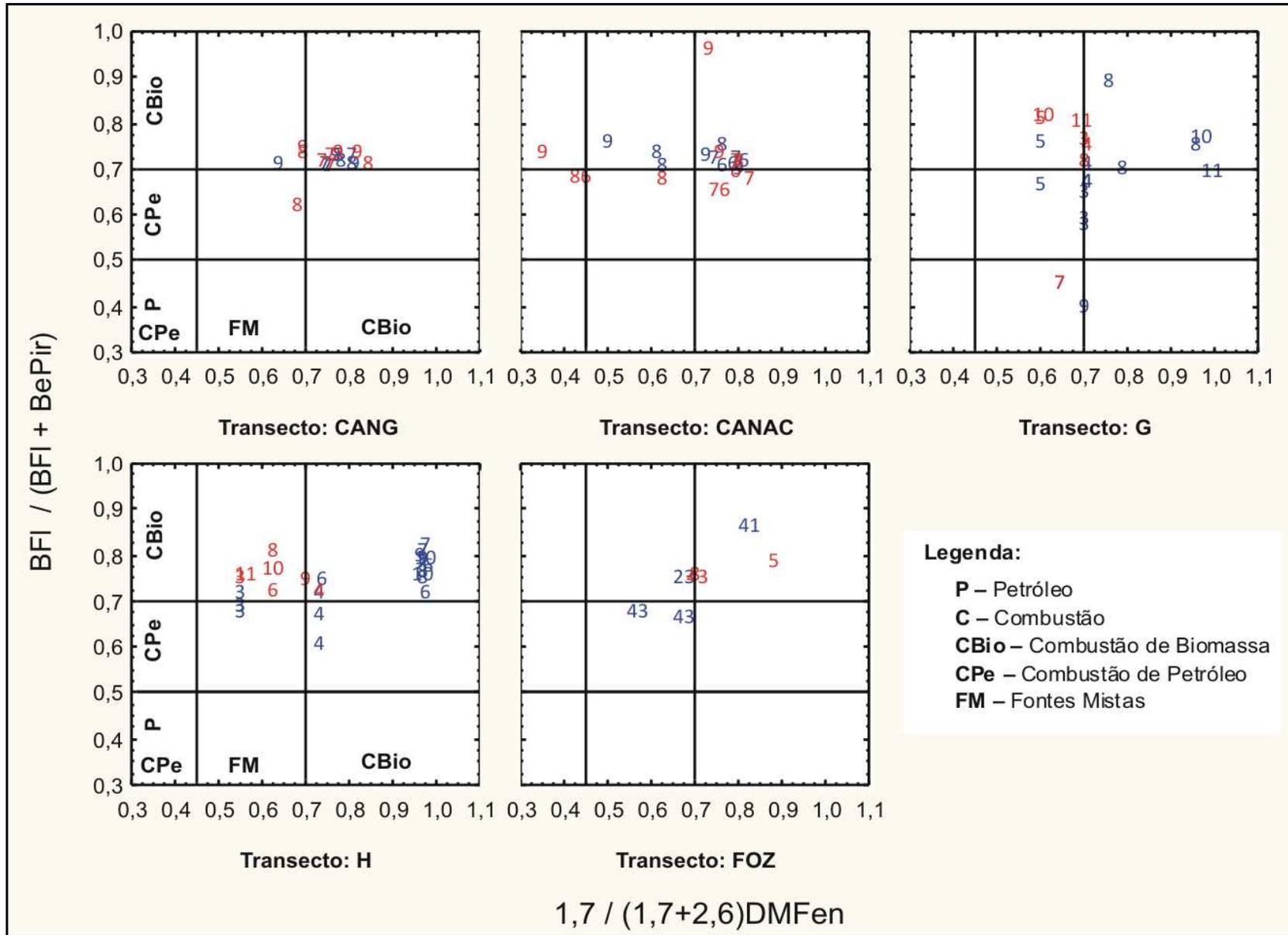


Figura 6.12. Relação entre as razões diagnósticas $1,7 / (1,7+2,6) DiMeFen$ x $BFI / (BFI + BePir)$, agrupados por campanha.

Lembrando que na razão $1,7 / (1,7+2,6)$ DiMeFen a faixa de “Combustão de Petróleo” está geralmente associada a combustão veicular, os resultados vistos nas Figura 6.7 a Figura 6.9 apontam esta fonte de combustão somente em duas amostras do Cânion Grussaí, durante a campanha de verão. No demais, a razão diagnóstica $1,7 / (1,7+2,6)$ DiMeFen indica uma divisão do predomínio de HPAs pirogênicos originados de biomassa e uma mistura de fontes de combustão. A comparação com outras razões diagnósticas sugere, para a maior parte das estações, a predominância de hidrocarbonetos originados da combustão de biomassa.

No entanto, para alguns indicadores, principalmente o $BFl / (BFl+BePir)$, há indicação da predominância na combustão de produtos petrogênicos na estação CANAC, durante a campanha de verão, e nas estações próximas a costa dos transectos G e H, durante a campanha de inverno.

Foi sugerido durante a interpretação dos resultados dos cânions que a predominância de HPAs originados da queima de biomassa durante a campanha inverno poderia advir das queimadas de pastos e plantios, como por exemplo, em campos de cultivo de cana de açúcar onde a técnica de queima é usualmente empregada no período entre julho e outubro (Pereira, M.A., 2007).

A forte indicação de HPAs originados da queima de biomassa está presente durante a campanha de inverno nas estações mais profundas do transecto G e ao longo de todo transecto H. Acredita-se que estes resultados corroborem os achados nos Cânions Grussaí e Almirante Câmara, dada a capacidade das partículas pirogênicas manterem-se em suspensão na atmosfera e deslocarem-se por grandes distâncias.

6.3. Relação granulometria x concentração de hidrocarbonetos

Dentre os diversos fatores que influenciam na concentração de hidrocarbonetos em amostras de sedimento, está o tamanho do grão. A redução do tamanho do grão aumenta a área superficial disponível para interação e subsequente acúmulo de compostos orgânicos

No Cânion Grussaí bem como no Almirante Câmara o sedimento é tipicamente siltoso, mas fora desta formação geológica, os transectos G e H apresentam uma variação de granulometria ao longo do transecto, indo de areias grossas e médias nas estações mais próximas a linha de costa até siltes finos na região do talude e em águas mais profundas. As estações de FOZ possuem sedimento tipicamente arenoso.

As figuras seguintes exibem em um formato box-plot a relação entre a concentração de hidrocarbonetos e a granulometria, agrupando todas as concentrações do sítio de estudo.

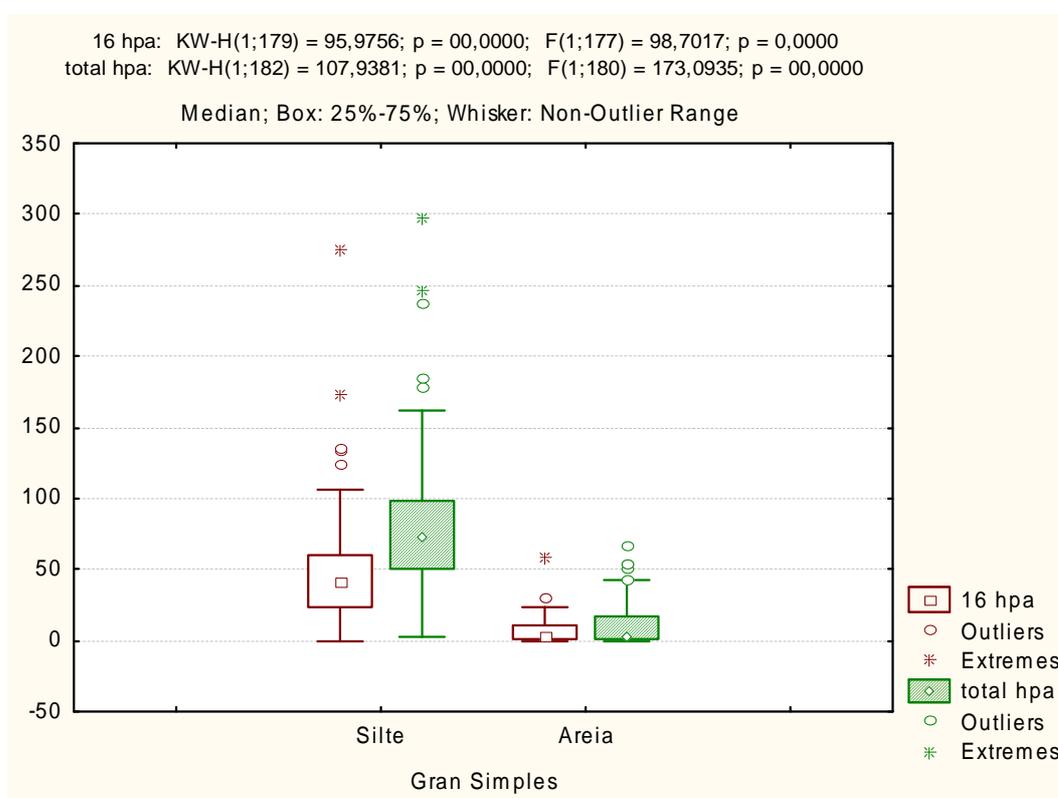


Figura 6.13. Relação entre granulometria e hidrocarbonetos aromáticos.

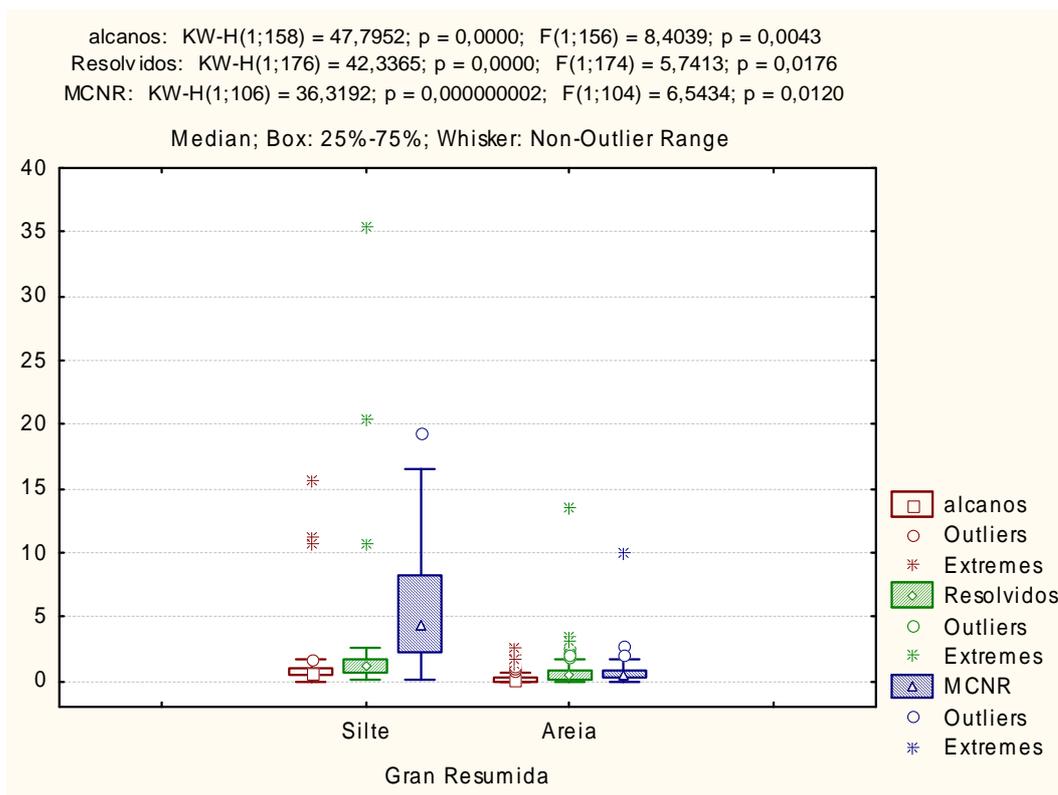


Figura 6.14. Relação entre granulometria e hidrocarbonetos alifáticos.

O valor de p calculado para todas as amostras de CANG, CANAC, G, H e FOZ resulta em valores inferiores a 0,05, indicando diferenças significativas entre as concentrações de hidrocarbonetos na fração arenosa e na fração siltosa.

Na fração aromática e na MCNR observa-se que as concentrações mais elevadas de hidrocarbonetos foram encontradas nos sedimentos siltosos. O mesmo comportamento é observado nas concentrações de n-alcanos e resolvidos.

Devido à relevância nas diferenças entre concentrações, o mesmo teste p é aplicado entre as concentrações presentes na fração areia e na fração silte em subgrupos, de acordo com o transecto coletado. Os valores calculados encontram-se na Tabela 6.2.

Tabela 6.2. Valores de p calculados entre a diferença de concentração na fração areia e silte – Agrupamento por transecto.

	Valores de p									
	ANOVA (paramétrico)					Kruskal-Wallis (Não-paramétrico)				
	16 HPAs	Total HPAs	n-Alcanos	Resolvidos	MCNR	16 HPAs	Total HPAs	n-Alcanos	Resolvidos	MCNR
CANG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CANAC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	0,0120	0,0053	0,0589	0,1332	0,3683	0,0323	0,0166	0,1496	0,7511	0,0005
H	0,0003	0,0000	0,1156	0,0262	0,0697	0,0005	0,0000	0,0000	0,0276	0,0011
FOZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota-se na Tabela 6.2 os valores de p não calculados em CANG, CANAC e FOZ. Nos Cânions Grussaí e Almirante Câmara os sedimentos são predominantemente siltosos, enquanto nas estações da região da foz do Rio Paraíba do Sul há um largo predomínio de sedimentos arenosos. Por não haver, ou haver fracamente, uma contraposição entre as frações siltosa e arenosa, não foi possível calcular o valor de p nestes transectos.

A variação de concentrações no transecto G e H é exibida na Figura 6.12 e Figura 6.13 a seguir.

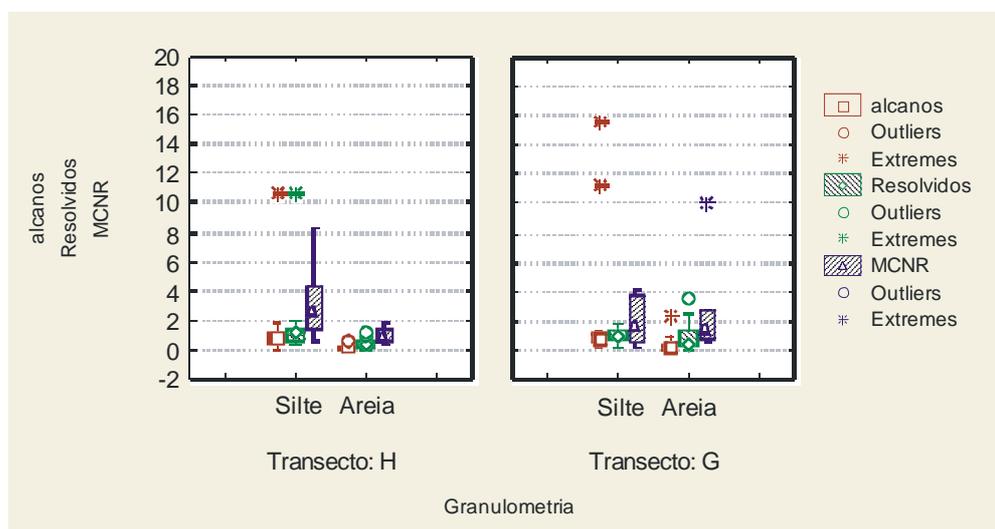


Figura 6.15. Concentração de n-alcanos, resolvidos e MCNR agrupados pela granulometria – Transecto G e H.

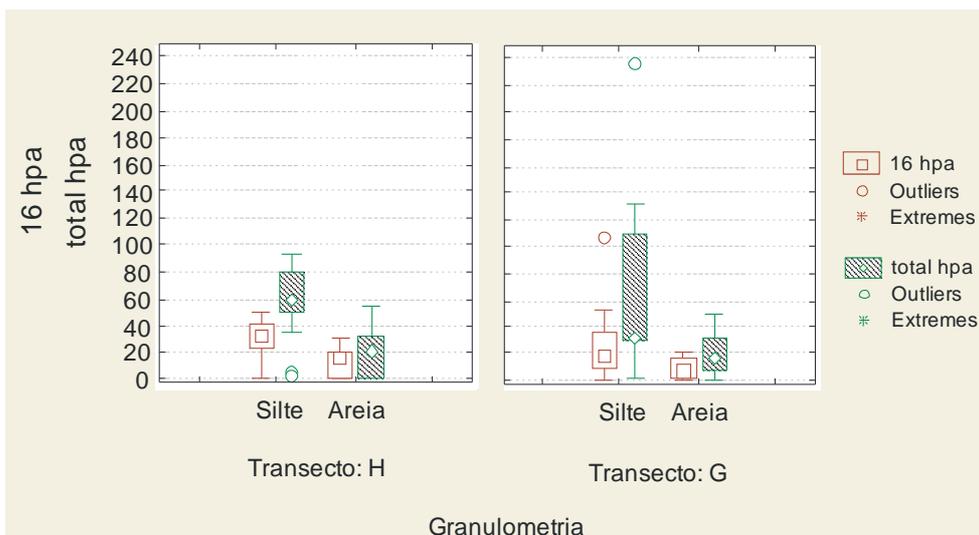


Figura 6.16. Concentração de 16 HPAs e Total HPAs agrupados pela granulometria – Transecto G e H.

De acordo com o valor de p calculado, exibido na Tabela 6.2, a diferença entre as concentrações de 16 HPAs e HPAs Totais na fração arenosa e siltosa é significativa para ambos os métodos aplicados nos transectos G e H. A concentração de hidrocarbonetos alifáticos, de acordo com o cálculo paramétrico do valor de p , não apresenta diferenças significativas entre as frações granulométricas, porém o valor de p calculado pelo método não-paramétrico apresenta diferenças significativas no transecto H e na MCNR do transecto G.

Na Figura 6.12 nota-se as concentrações de hidrocarbonetos alifáticos mais elevadas na fração siltosa do transecto H e G em relação a concentração presente na fração arenosa. A mesma observação em relação aos HPAs pode ser feita na Figura 6.13, apesar das diferenças terem sido consideradas como não-significativas. As diferenças também possuem concentrações mais elevadas no sedimento composto por silte, mas ressalta-se que devido as baixas concentrações presentes na região de estudo, este comportamento pode ser devido a outro fator de influência. (verificar versão final)

6.4. Hopanos e Esteranos

A avaliação dos resultados de hopanos e esteranos, em ambos os cânions deste estudo, indicou a presença de hidrocarbonetos de origem petrogênica nas estações amostradas. Como as concentrações dos demais hidrocarbonetos nas estações dos cânions, apresentadas nos capítulos anteriores, não possuem resultados elevados e indicaram o predomínio de material de origem biogênica na fração alifática e produtos de queima de biomassa na fração aromática. Torna-se provável, pelas indicações, que a origem do óleo encontrado na fração de hopanos e esteranos não seja pela contaminação de petróleo já explorado ou derramamento de navios.

As razões diagnósticas apresentadas no Capítulo 3 servem como auxílio na interpretação da origem do óleo, bem como fornecem informações sobre as condições de geração e armazenamento. A Tabela 6.1 exibe os valores já apresentados nos capítulos anteriores para as estações de ambos os cânions.

Tabela 6.3 – Razões diagnósticas de hopanos e esteranos – Cânion Almirante Câmara.

	Inverno 2008				Verão 2009			
	CANAC6	CANAC7	CANAC8	CANAC9	CANAC6	CANAC7	CANAC8	CANAC9
Ts/Tm	0,21	0,17	0,19	0,23	0,21	0,15	0,23	0,21
C23/C24	1,89	1,24	1,84	1,52	1,44	2,07	2,01	1,60
C23/C30	0,39	0,18	0,30	0,15	0,26	0,33	0,29	0,11
C24/C30	0,21	0,14	0,16	0,10	0,18	0,16	0,14	0,07
C29/C30	0,90	0,84	0,84	0,85	0,91	0,84	0,85	0,84
Gam/C30	0,44	0,43	0,40	0,49	0,47	0,42	0,40	0,29
C31S/C31(S+R)	0,52	0,52	0,53	0,51	0,51	0,52	0,53	0,52
C32S/C32(S+R)	0,55	0,55	0,55	0,70	0,69	0,55	0,56	0,63
C27abb/C29abb	0,68	1,54	0,59	0,51	0,63	0,61	0,64	0,67
C30/(C31 a C35)	0,35	0,34	0,36	0,39	0,39	0,36	0,37	0,42

Observa-se que muitas razões apresentam valores próximos entre si, o que pode fornecer informações adicionais ao material encontrado. No entanto, neste estudo não houve a análise da amostra do óleo original explorado na Bacia de Campos, uma vez que esta é uma informação restrita a outras finalidades. Devido a isso, as razões diagnósticas de hopanos e esteranos serão aplicadas a um mecanismo estatístico de comparação em Cluster.

A Distância Euclidiana corresponde a uma etapa da Análise de Cluster. A técnica aplicada à análise estatística de dados intenta agrupar uma população de valores não similares em classes ou grupos com maior grau de homogeneidade, de acordo com as relações entre si. A Figura 6.12 seguinte exibe o resultado das distâncias euclidianas segundo o método de Ward, aplicado as razões diagnósticas previamente discutidas de hopanos e esteranos.

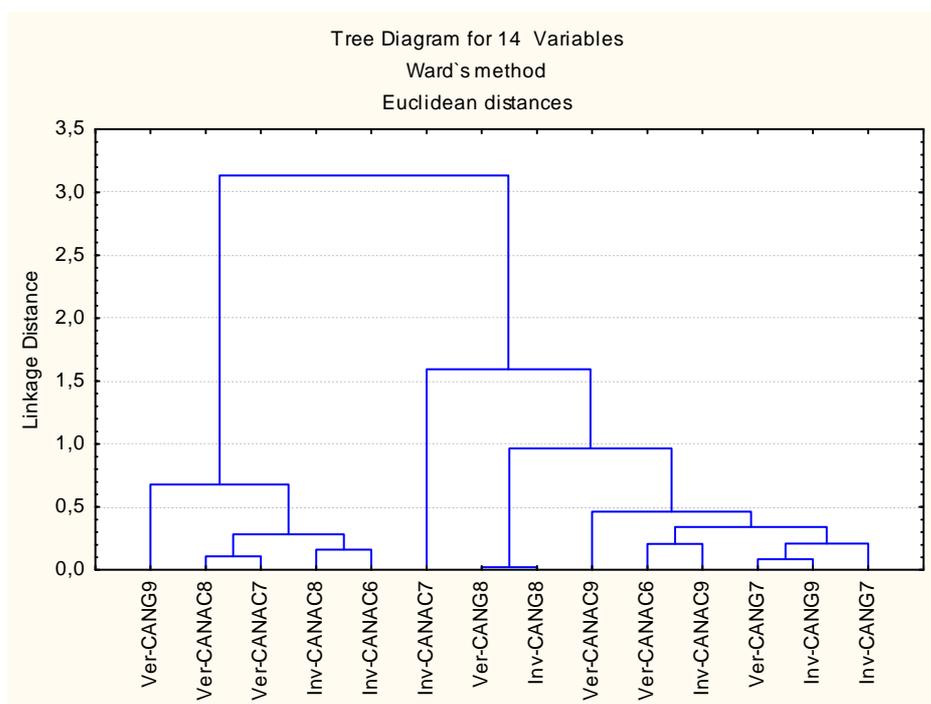


Figura 6.17. Distâncias Euclidianas segundo método de Ward.

As Distâncias Euclidianas próximas entre as estações de ambos os cânions sugerem que o óleo encontrado no sedimento possui uma mesma origem de formação. Através das informações adicionais obtidas pelos valores de HPAs e suas razões diagnósticas, que não apontam a predominância de petróleo nos sítios

de coleta, este estudo sugere que o óleo presente encontrado pode ser fruto de uma exsudação natural de petróleo nesta formação geológica.

Uma análise de PCA (sigla em inglês para Análise do Componente Principal) permite, através de uma transformação ortogonal, a conversão dos parâmetros avaliados em um número menor ou igual de fatores não-correlacionados que expressem a variação. A Tabela 6.2 exibe o resultado do PCA para as razões diagnósticas de hopanos nos Cânions Grussaí e Almirante Câmara.

Tabela 6.4. Análise de Componente Principal em razões diagnósticas de hopanos.

	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
Ts/Tm	0,4256	-0,4643	-0,1857	0,6034
C23/C24	-0,7661	-0,0899	-0,6260	-0,0814
C23/C30	-0,4660	-0,8481	0,0989	-0,2109
C24/C30	0,2929	-0,8451	0,4347	-0,0560
C29/C30	0,9629	-0,2122	0,0234	0,0100
Gam/C30	0,5995	0,1228	0,1237	-0,7005
C31S/C31(S+R)	0,9164	-0,1806	0,0632	0,0561
C32S/C32(S+R)	0,9079	0,2815	-0,2161	-0,1758
C27abb/C29abb	-0,2069	0,5663	0,7426	0,2890
C30/(C31 a C35)	0,8946	0,1552	-0,3203	0,1979
<i>Expl.Var</i>	4,8655	2,1742	1,3460	1,0662
<i>Prp.Totl</i>	0,4865	0,2174	0,1346	0,1066

Para a seleção escolhida, é possível a redução de dez variáveis em apenas quatro fatores, com representatividade aproximada de 94,5%.

No Fator 1, que responde por quase 50% da variação total, agrupam-se as razões diagnósticas mais representativas à presença de óleo, envolvendo a série de hopanos de C29 a C35. O Fator 4, agrupa razões diagnósticas referentes à formação e maturação do óleo, mas possui menor representatividade na variação total do sistema.

Expandindo esta avaliação para as regiões de entorno no transecto G, transecto H e estações de Foz, foram selecionadas somente as amostras que apresentavam concentrações típicas de presença de óleo, com o pico em Hop-C30, seguido de um pico em Hop-C29, a presença de seus respectivos isômeros α e β , bem como a isomeria R e S na série do Hop-C31 ao Hop-C35.

Os resultados das concentrações de hopanos analisadas estão presentes no Apêndice III. A Tabela 6.3 destaca as estações que possuem os critérios de seleção descritos acima:

Tabela 6.5. Estações da região de Foz, transectos G e H que possuem concentrações de hopanos indicando presença de óleo.

Transecto G		Transecto H		Região de Foz	
Campanha	Estação	Campanha	Estação	Campanha	Estação
Inverno	G08	Inverno	H06	Inverno	FOZ04
Inverno	G09	Inverno	H07		
Inverno	G10	Inverno	H08		
Verão	G08	Inverno	H09		
		Verão	H06		
		Verão	H07		
		Verão	H08		
		Verão	H09		

A Figura 6.13 exibe o resultado do agrupamento por distâncias euclidianas agora aplicado às amostras de cânions, bem como às estações do transecto G, H e da região de foz destacadas na Tabela 6.3.

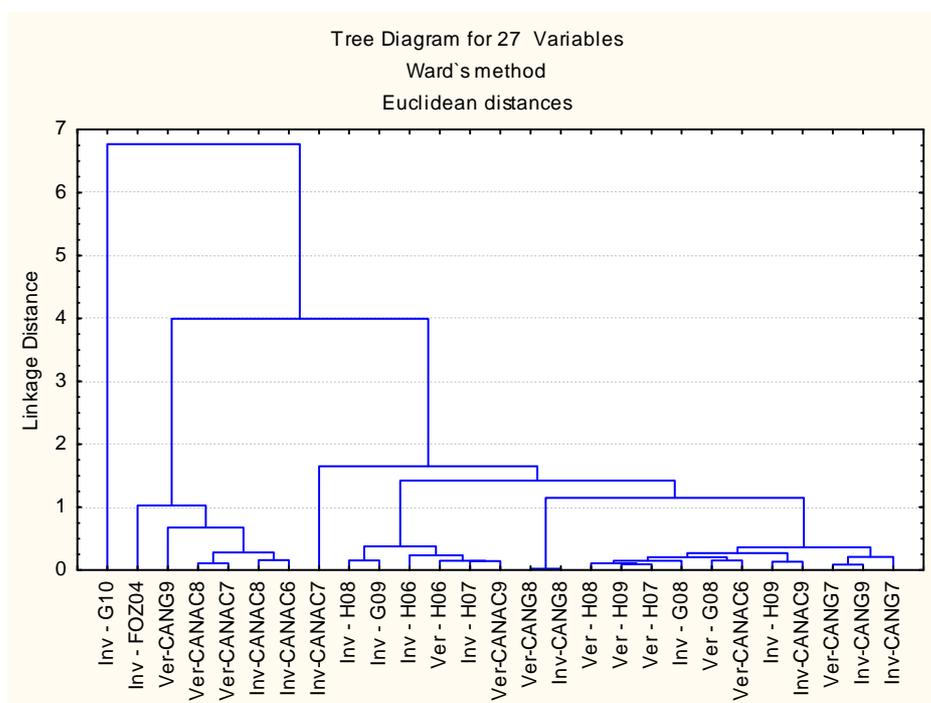


Figura 6.18. Distâncias Euclidianas segundo método de Ward.

Pelo método de agrupamento aplicado, a estação G10 resulta num maior distanciamento em relação às outras estações, entretanto, a distância euclidiana ainda é baixa.

Observando os grupamentos formados pelas distâncias euclidianas inferiores a 1, os resultados da campanha de verão no transecto H estão mais próximas às estações do Cânion Grussaí, exibidas a direita do gráfico, e os resultados de inverno no mesmo transecto se agrupam, quase que independentemente, no centro da Figura 6.18, no entanto, o distanciamento entre os grupos formados é pequeno, indicando que a entrada recente de hidrocarbonetos na formação geológica dos cânions se estenda a estas estações.

Anteriormente, neste capítulo foi discutida a influência da granulometria do sedimento na retenção de compostos orgânicos. Observa-se que as estações que apresentam concentrações de hopanos condizentes com a presença de óleo possuem sedimento siltoso. Neste contexto, levando-se em conta as baixas concentrações de hidrocarbonetos presentes no sítio de estudo, é possível ainda que esta fonte de hidrocarbonetos atinja outras estações no platô continental, mas não fique retido por maiores períodos de tempo por influência da granulometria arenosa.

6.5. Isótopos e razão C/N

Nos capítulos anteriores destacou-se a baixa variabilidade na razão isotópica nos cânions em estudo.

Os gráficos em barra a seguir exibem as razões isotópicas de carbono nos transectos G e H.

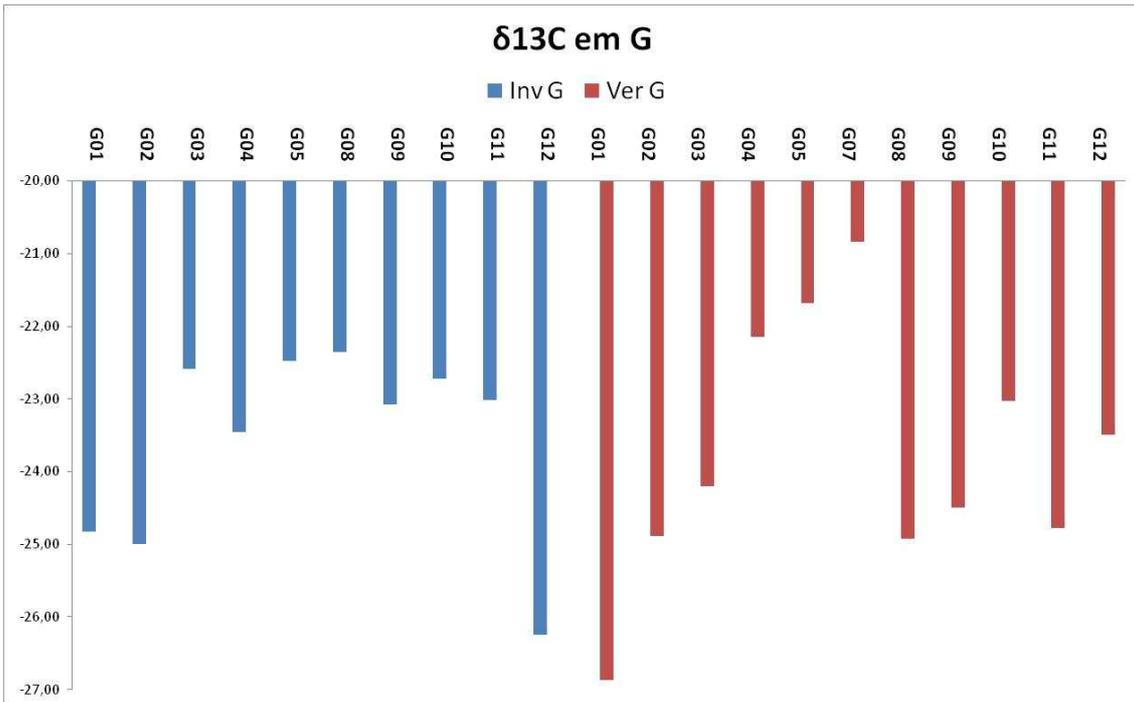


Figura 6.19. Razão isotópica de carbono no transecto G.

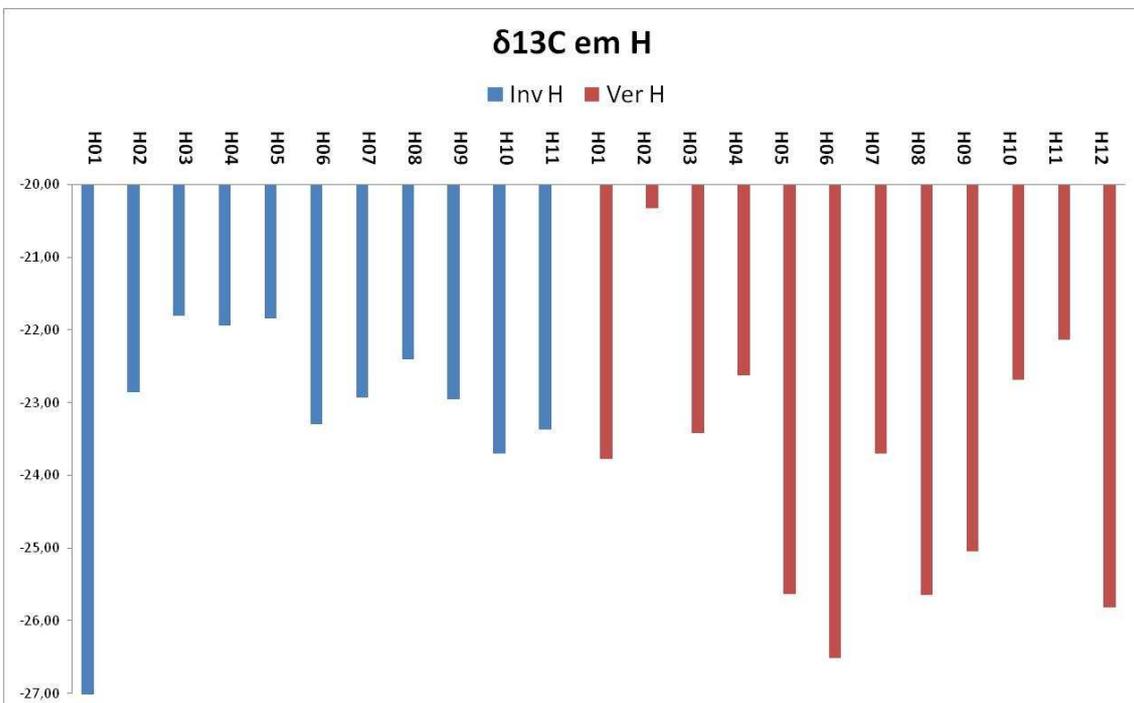


Figura 6.20. Razão isotópica de carbono no transecto H.

Enquanto nos cânions Grussá e Almirante Câmara a $\delta^{13}\text{C}$ manteve-se na faixa de -22 a -21 sugerindo o predomínio de fitoplâncton marinho segundo os valores de referência discutidos no Capítulo 2, nos transectos G e H observam-se

valores mais negativos nas estações mais próximas a linhas de costa G01, G02 e H01 indicando a contribuição de vegetais terrestre do tipo C3.

Na campanha de inverno, nota-se que as estações ao longo dos transectos G e H apresentam valores semelhantes na plataforma continental, talude e sopé, havendo um “pico” na estação G12.

A estação G12 é a estação do transecto G mais distante a linha de costa, com uma profundidade superior a 3.200 m. A Figura 6.21 exhibe os histogramas de concentração de hidrocarbonetos alifáticos para a estação G12, durante a campanha de inverno.

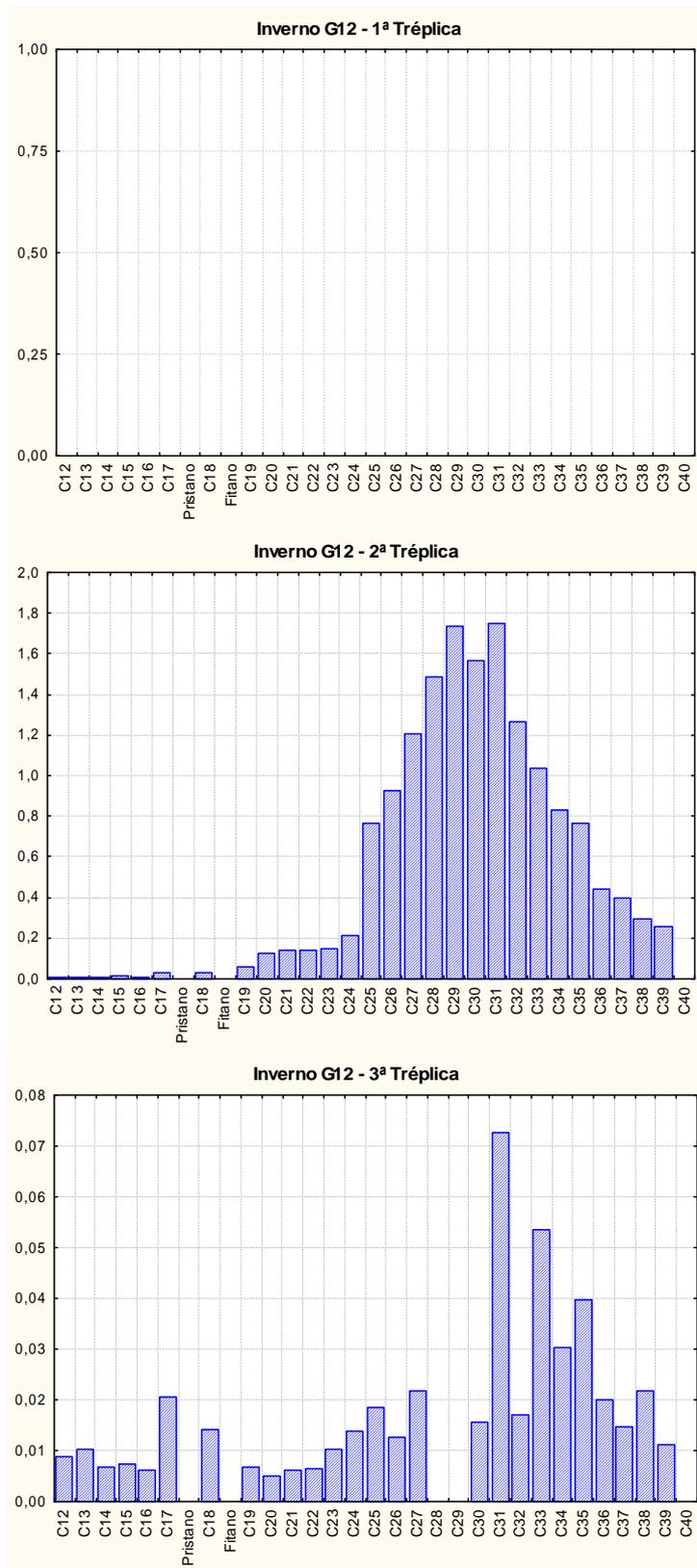


Figura 6.21. Histograma de concentração de hidrocarbonetos alifáticos – Tréplicas de Inverno, G12.

Observa-se estação Inverno-G12, exibida na Figura 6. 21, feições muito distintas entre os histogramas de concentração. A 1ª Tréplica da estação possui concentrações abaixo dos limites de detecção empregados, enquanto a 2ª Tréplica apresenta uma feição típica de material petrogênico e a 3ª Tréplica possui uma contribuição biogênica algal com pico em nC17 e mínima em nC20 bem como a indicação da contribuição de vegetais terrestres, representados pelo predomínio de cadeias ímpares em relação as pares na fração mais pesada de hidrocarbonetos (Clark & Blumer, 1967). A razão isotópica foi mensurada a partir de uma amostra composta com as três amostras de tréplica, portanto, devido a indicação de uma mistura de fontes, o resultado da razão isotópica deve refletir não somente na estação Inv-G12, mas também nas demais, o resultado de uma mistura de fontes.

Na campanha de verão observa-se no transecto G, desde a estação mais próxima a linha de costa (G01) com $\delta^{13}\text{C}$ -26,88 até o início do talude (G07) uma redução na negatividade para -20,84 indicando a paulatina transição de fonte predominante entre vegetais terrestres C3 (-30 a -23) e fitoplâncton estuarino (-30 a -24) para o predomínio de fitoplâncton marinho, com valor tipicamente de -21,00.

Na Figura 6.14 e Figura 6.15 observa-se para a campanha de verão nas estações do talude e sopé, entre G08 ao G12 e H05 ao H12 uma redução no valor de $\delta^{13}\text{C}$ que pode ser fruto de uma contribuição de material terrígeno e estuarino ao material fitoplânctônico anteriormente predominante.

Em uma campanha realizada em Novembro de 2010, portanto posterior a coleta das amostras previamente discutidas, foi coletado dois materiais de arraste para comparação com os resultados na matriz sedimento. A Tabela 6.4 exhibe os resultados da análise e o valor médio.

Tabela 6.6. Resultado das razões isotópicas de carbono e nitrogênio – Arraste 1 e Arraste 2.

	Arraste 1		Arraste 2	
	$\delta^{13}\text{C} / \delta^{12}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N} / \delta^{14}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C} / \delta^{12}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N} / \delta^{14}\text{N}$
1ª Tréplica	-22,89	2,28	-20,09	4,54
2ª Tréplica	-22,95	2,44	-20,44	4,70
3ª Tréplica		2,82	-19,88	4,69
Média	-22,92	2,36	-20,26	4,62
Desvio Padrão	0,047	0,277	0,280	0,092

As duas amostras de arraste nos geram distintas informações. Pela razão isotópica de carbono, o valor médio de $-22,92\text{‰}$ em Arraste 1 indica uma mistura de fontes biogênicas marinhas com aporte terrestre ou estuarino, enquanto o valor de $-20,26\text{‰}$ em Arraste 2 indica um predomínio de fontes biogênicas marinhas.

A Figura 6.22, Figura 6.23 E Figura 6.24 a seguir exibem a relação entre $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e razão C/N nos cânions Grussaí e Almirante Câmara, transectos G e H, assim como na região da foz do Rio Paraíba do Sul.

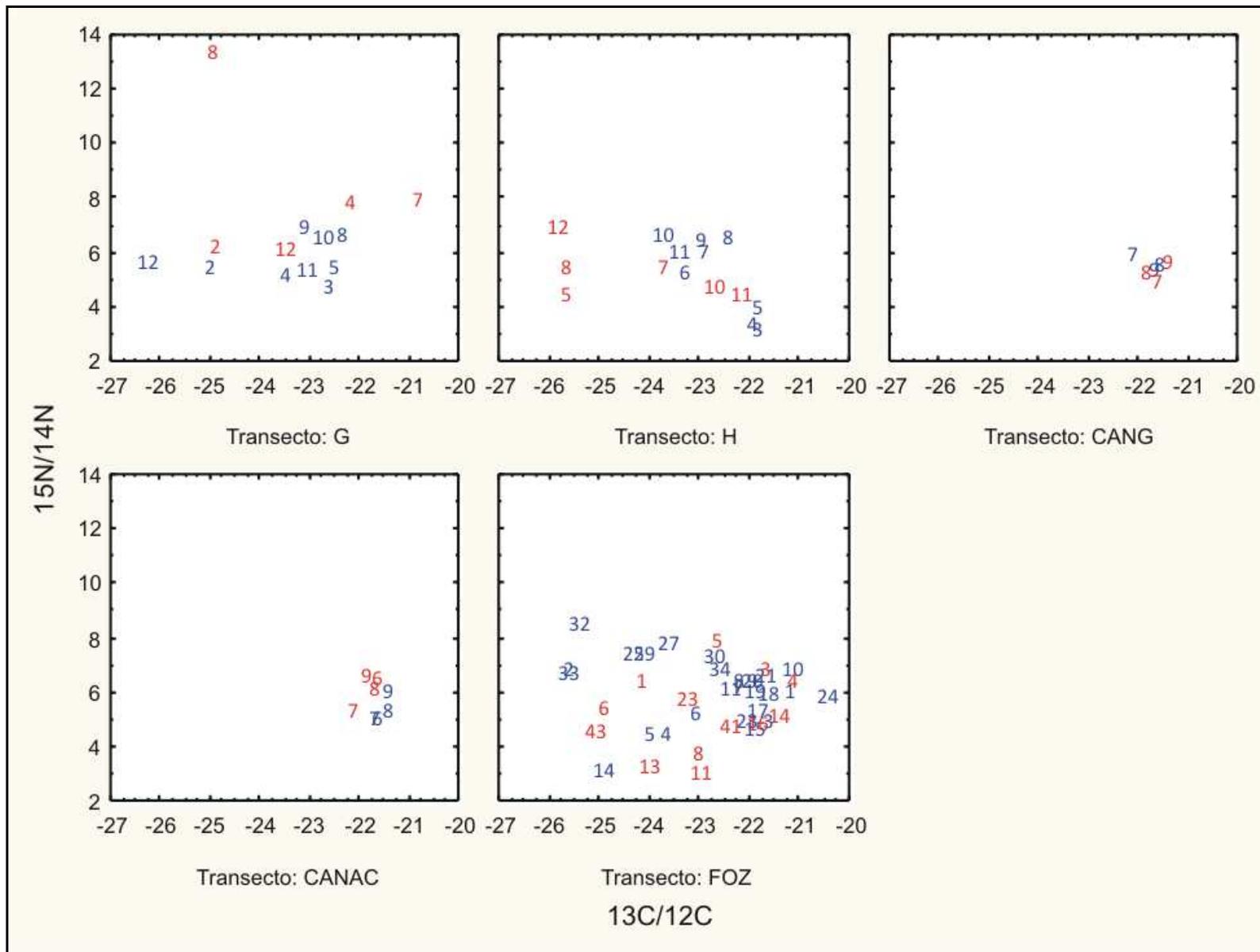


Figura 6.22. Relação entre a razão isotópica de carbono e nitrogênio, agrupado por estação e campanha.

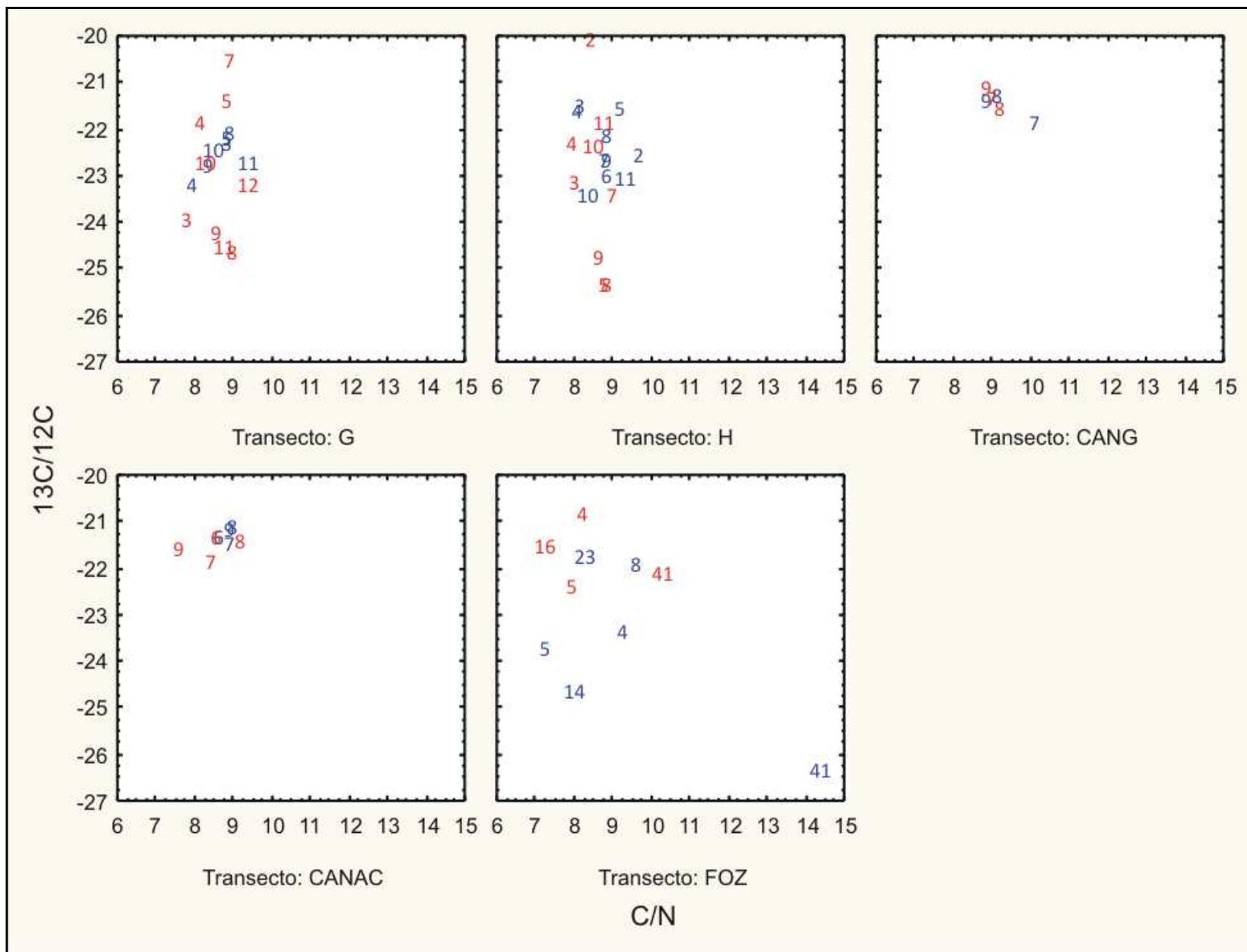


Figura 6.23. Relação entre a razão isotópica de carbono e razão C/N, agrupado por estação e campanha.

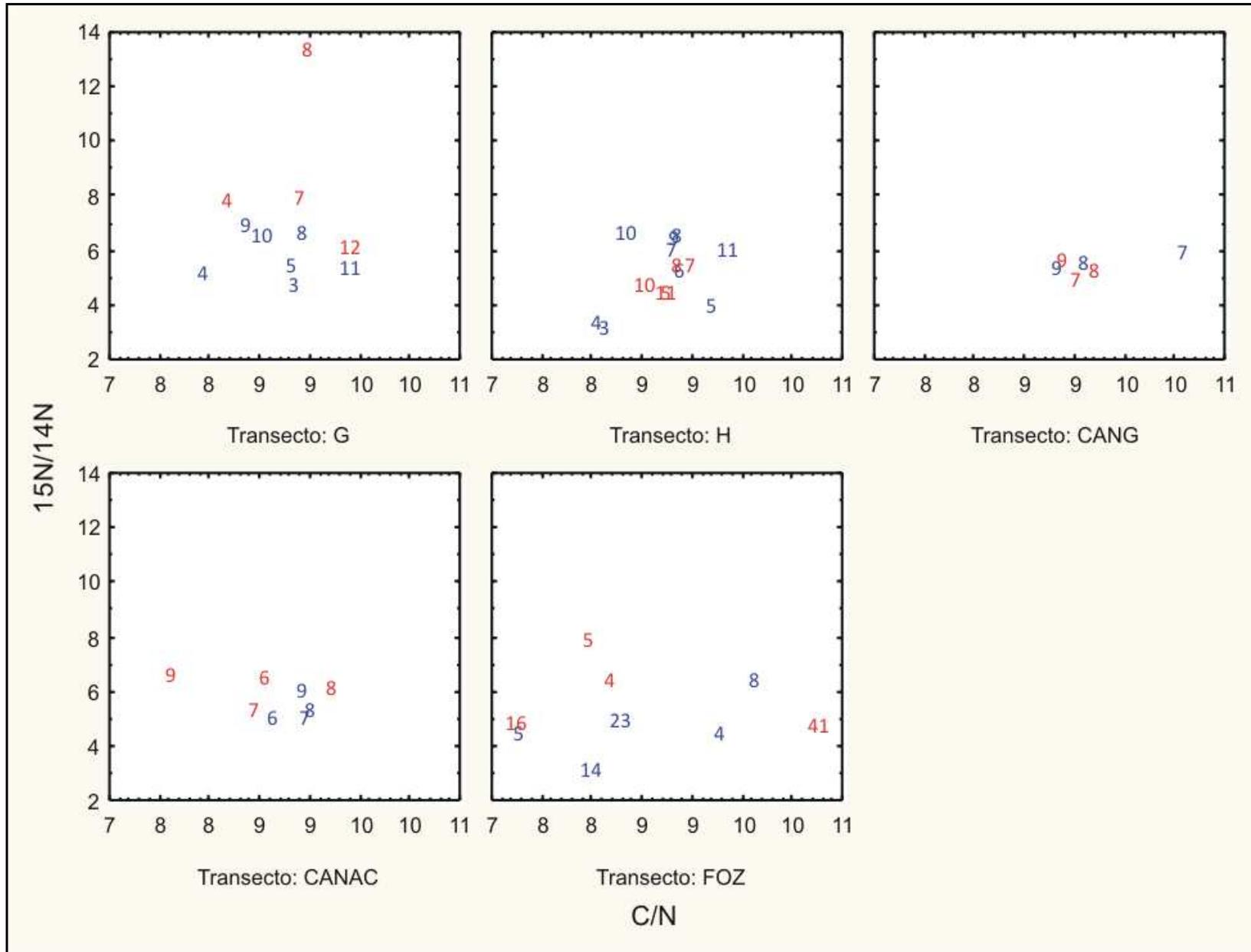


Figura 6.24. Relação entre a razão isotópica de nitrogênio e razão C/N, agrupado por estação e campanha.

Nos transectos G, H e na região de foz observam-se valores para a razão isotópica de carbono mais negativa que os valores presentes nos cânions. Na região da foz do Rio Paraíba do Sul, este valor sugere uma mistura de fontes entre fitoplânctons marinhos (-21 a -18) encontrados nos cânions, com fitoplânctons estuarinos (-30 a -24) e plantas terrestre C3 (-23 a -30).

Os resultados de $\delta^{15}\text{N}$ indicam a presença de material originado de fitoplânctons (+5,0%), corroborando os valores encontrados $\delta^{13}\text{C}$, e também a presença de zooplânctons (+7,0%).

A razão C/N no entanto indica na faixa de valor entre 8 e 12, na qual se encontra a maior parte das amostras, a presença de algas verdes, enquanto o resultado esperado para fitoplânctons seria de 7. Esta divergência pode se dar principalmente pelas baixas concentrações presentes no sítio de coleta o que ressalta a importância da aplicação da razão isotópica exposta no capítulo 2 devido ao lento decaimento dos compostos e sua menor alteração com o tempo no ambiente.

Apesar da divergência entre que tipo de organismo predomina na região como fonte predominante, todas as razões apontam para organismos marinhos fotossintéticos.