

## ÍNDICE

5.1.2 -	Sedimentos .....	1/26
5.1.2.1 -	Granulometria .....	1/26
5.1.2.2 -	Matéria orgânica, carbono orgânico total e teores de cinzas .....	3/26
5.1.2.3 -	Nutrientes: nitrogênio e fósforo .....	7/26
5.1.2.4 -	Macronutrientes: sódio, potássio, cálcio e magnésio .....	9/26
5.1.2.5 -	Elementos-traço .....	13/26
5.1.2.6 -	Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos .....	24/26
5.1.2.7 -	Bifenilas policloradas .....	25/26



## 5.1.2 - Sedimentos

### 5.1.2.1 - Granulometria

O sedimento de fundo dos corpos d'água representa uma interação ao longo do tempo do intemperismo das rochas, deposições de origem orgânica e precipitação química, esta deposição pode ter origem alóctone e autóctone e pode variar de acordo com as características ambientais (Mozeto, 2004). Segundo Singh et al. (2004), sedimentos finos possuem uma maior capacidade de retenção de poluentes, como metais pesados e hidrocarbonetos.

Em relação aos resultados de granulometria obtidos no presente programa, observou-se, de forma geral, a maior predominância de areia nas frações: areia muito grossa, grossa, média e fina nas estações localizadas nos tributários CAR, JAC.01, CRC e JAT I. Nas estações localizadas no rio Madeira houve a predominância das frações: silte > areia muito fina > argila, assim como nas estações MUC e TEO, evidenciando uma possível influência do rio Madeira nestes tributários (Figura 5.1.2-1).

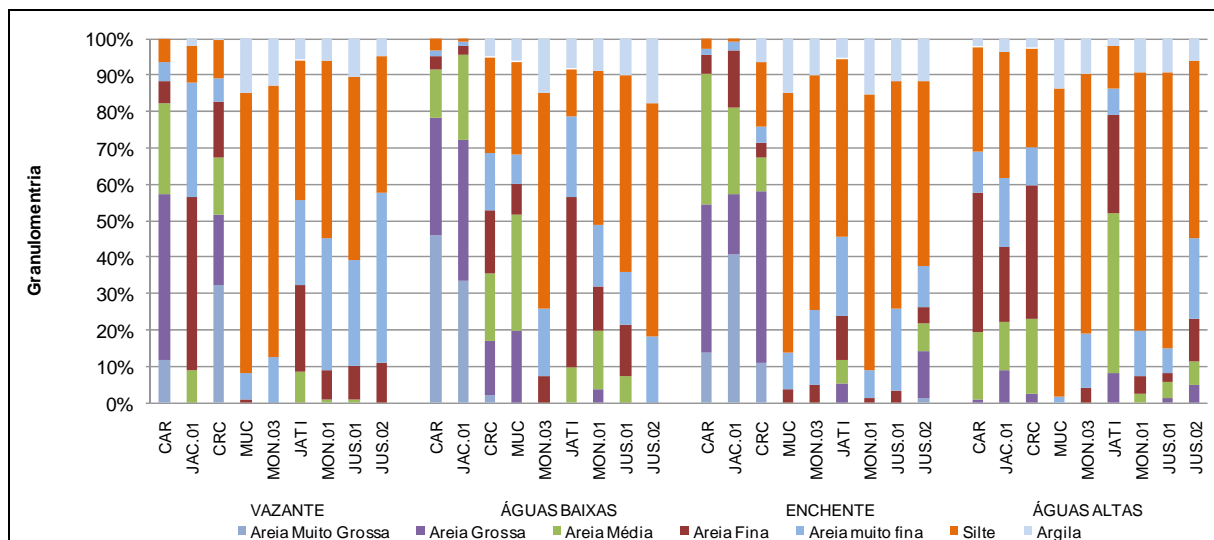


Figura 5.1.2-1 - Granulometria dos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de areia muito grossa (2 a 1 mm) no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $120,22 \pm 232,56$  g/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação JAC.01 com  $255,286 \pm 369,67$  g/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira a estação JUS. 02 foi a única que apresentou porcentagem de areia muito grossa, com maior contribuição no período de enchente (janeiro de 2010), sendo de 11 g/kg.

O teor médio de areia grossa (1 a 0,5 mm) no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $125,91 \pm 166,51$  g/kg (média  $\pm$  DP) evidenciando a maior predominância para a estação CAR com  $249,857 \pm 230,91$  g/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor de areia grossa variou de 0 - 129 g/kg (Mínimo - Máximo) sendo encontrado na estação JUS. 02 a maior predominância de areia grossa no período de enchente (janeiro de 2010), com teor de 129 g/kg.

O teor médio de areia média (0,5 a 0,25 mm) no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $139,91 \pm 125,18$  g/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação JAT I com  $166,28 \pm 178,43$  g/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor de areia média encontrado foi de  $30,32 \pm 43,66$  g/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação JUS.02 com  $40,28 \pm 42,80$  g/kg (média  $\pm$  DP).

O teor médio de areia fina (0,25 a 0,125 mm) no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $140,97 \pm 142,27$  g/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação CRC ( $203,85 \pm 167,00$  g/kg, média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor de areia fina encontrado foi de  $70,42 \pm 63,50$  g/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação MON.01 com  $87,57 \pm 62,32$  g/kg (média  $\pm$  DP).

O teor médio de areia muito fina (0,125 a 0,062 mm) no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $106,94 \pm 88,01$  g/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação JAT I com  $143,28 \pm 77,78$  g/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor de areia muito fina encontrado foi de  $190,42 \pm 103,34$  g/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação JUS.01 com  $210,71 \pm 129,17$  g/kg (média  $\pm$  DP).

O teor médio de silte (0,062 a 0,00394 mm) no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $301,42 \pm 266,02$  g/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para as estações TEO e MUC, respectivamente  $620,33 \pm 124,17$  g/kg e  $646,50 \pm 266,06$  g/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor de silte encontrado foi de  $584,03 \pm 131,41$  g/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação MON.03 com  $642,16 \pm 110,26$  g/kg (média  $\pm$  DP).

O teor médio de argila (0,00394 a 0,0002 mm) no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $64,28 \pm 68,19$  g/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para as estações TEO e MUC, respectivamente  $126,33 \pm 87,20$  g/kg e  $125,5 \pm 41,98$  g/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor de areia muito fina encontrado foi de  $113,60 \pm 58,82$  g/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação MON.03 com  $141,50 \pm 73,78$  g/kg (média  $\pm$  DP).

### 5.1.2.2 - Matéria orgânica, carbono orgânico total e teores de cinzas

A determinação de matéria orgânica em amostras ambientais tem merecido atenção de pesquisadores em diversos campos de atividade científica (águas, solos, sedimentos). A importância dessa determinação está associada ao conhecimento da origem, natureza e destino final dessa matéria no ambiente considerado. No caso de um rio, a entrada de matéria orgânica pela bacia de drenagem constitui em uma fonte externa de compostos orgânicos de importância vital para a biota. Segundo Esteves (1998), o sedimento lacustre pode ser classificado como orgânico, quando possui uma concentração de matéria orgânica superior a 10% de seu peso seco, ou mineral, quando a concentração de matéria orgânica é inferior a 10% do peso seco.

O teor médio de Matéria Orgânica no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $1,90 \pm 1,81\%$  p/p (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para as estações TEO de  $2,98 \pm 1,96\%$  p/p (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de matéria orgânica encontrado foi de  $2,08 \pm 0,65\%$  p/p (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação MON.03 com  $2,35 \pm 0,51\%$  p/p (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima ficou abaixo do limite de quantificação nas estações: CAR e JAC.01, no período de vazante/09 e CAR, JAC.01, CRC e JAT I no período de águas baixas/09, sendo a máxima de 7,76% p/p observada no período de águas altas/10 na estação CRC (Figura 5.1.2-2).

Não se observou uma diferenciação significativa entre a porcentagem de matéria orgânica no sedimento do rio Madeira e dos tributários. Em relação ao período hidrológico houve um acréscimo de aproximadamente 50% na porcentagem de matéria orgânica no período de águas altas em relação a média dos demais períodos, evidenciando um aporte de material orgânico neste período.

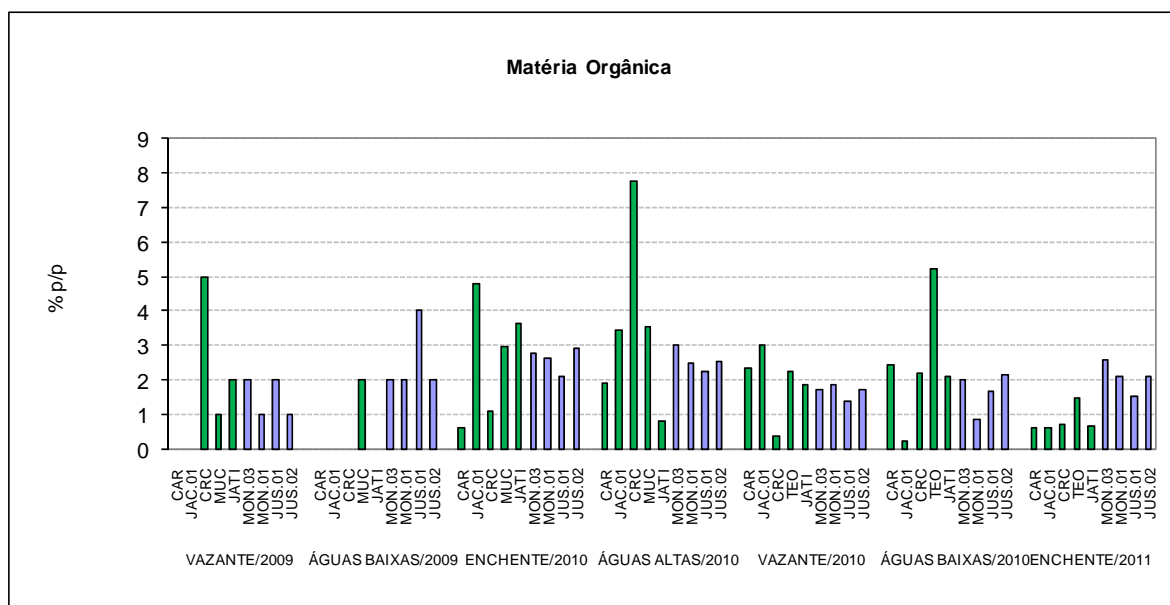


Figura 5.1.2-2 - Matéria Orgânica nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de carbono orgânico no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $0,54 \pm 0,63\%$  p/p (média  $\pm$  DP), evidenciando em média a maior predominância para a estação CAR com  $0,80 \pm 0,75\%$  p/p (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de carbono orgânico encontrado foi de  $0,61 \pm 0,47\%$  p/p (média  $\pm$  DP), evidenciando em média a maior predominância para a estação JUS.01 com  $0,64 \pm 0,29\%$  p/p (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima ficou abaixo do limite de quantificação e a máxima de 2% p/p foi observada no período de vazante/09, na estação MON.03 (Figura 5.1.2-3). A Resolução CONAMA 344/04 estabelece o limite de 10% como crítico para os teores de carbono orgânico total. O presente monitoramento registrou valores com valor máximo de cerca de 2%.

Observa-se em média maior porcentagem de carbono orgânico no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários. Em relação ao período hidrológico houve um acréscimo de aproximadamente 140% na porcentagem de carbono orgânico total no período de vazante em relação a média dos demais períodos.

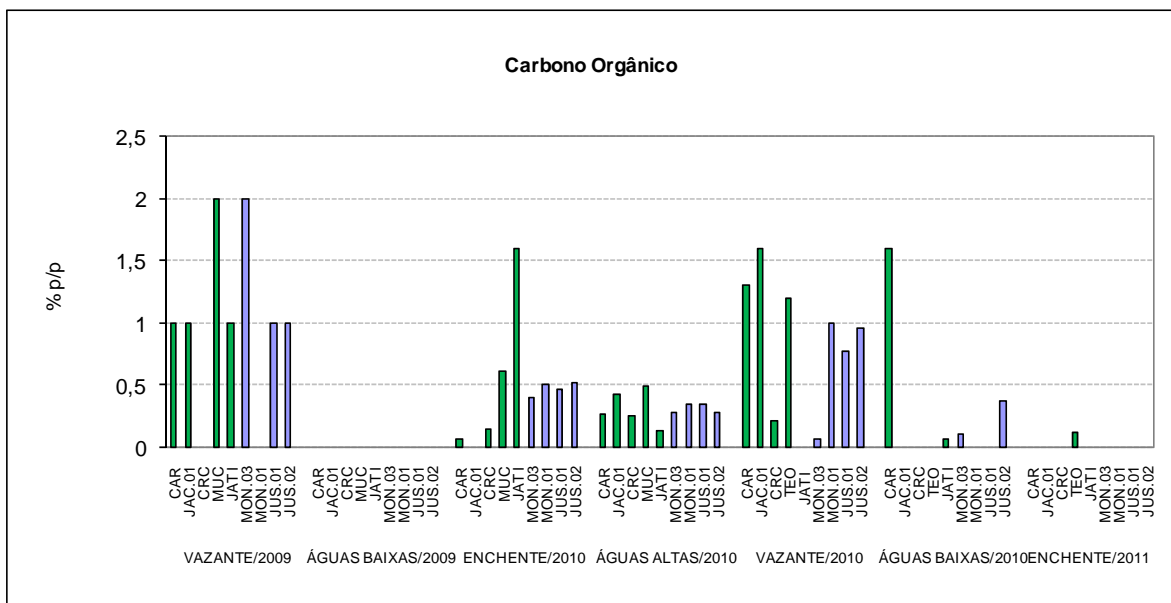


Figura 5.1.2-3 - Carbono Orgânico Total nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de cinzas (Base Seca) no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $96,68 \pm 2,90\%$  p/p (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação CAR com  $97,55 \pm 1,96\%$  p/p (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de cinzas base seca encontrado foi de  $96,40 \pm 1,15\%$  p/p (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação MON.01 com  $96,77 \pm 1,31\%$  p/p (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima foi de  $85,40\%$  p/p registrada na estação CRC, no período de águas altas/10 e a máxima de  $99,80\%$  p/p observada no período de águas baixas/10, na estação JAC.01 (Figura 5.1.2-4).

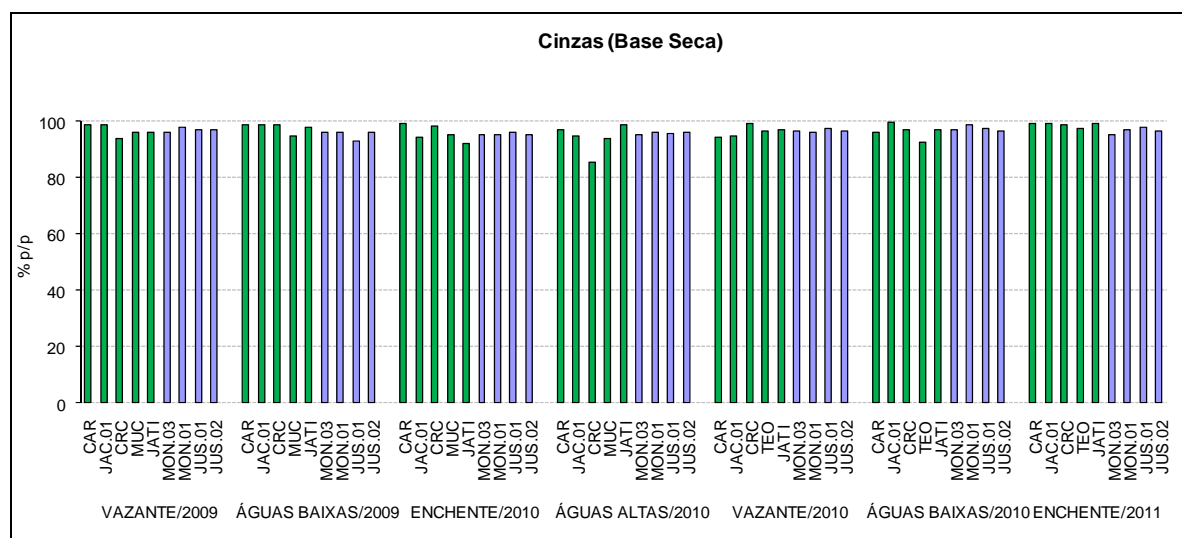


Figura 5.1.2-4 - Cinzas (Base Seca) nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de cinzas (Base Úmida) no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $69,30 \pm 12,78\%$  p/p (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação JAC.01 com  $76,81 \pm 11,59\%$  p/p (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor média de cinzas base úmida encontrado foi de  $63,90 \pm 8,90\%$  p/p (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior predominância para a estação MON.01 com  $63,90 \pm 12,03\%$  p/p (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima foi de  $39,40\%$  p/p registrada na estação CAR, no período de vazante/10 e a máxima de  $87,20\%$  p/p observada no período de enchente/11, na estação JAC.01 (Figura 5.1.2-5).



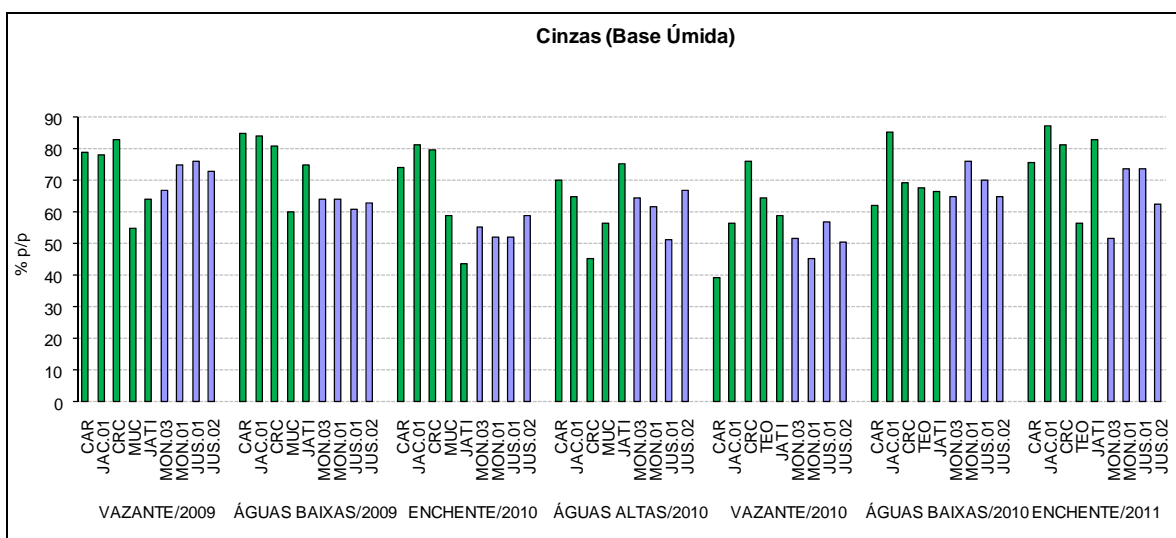


Figura 5.1.2-5 - Cinzas (Base Úmida) nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

De forma global os valores de cinzas (base seca e úmida) tenderam a apresentar um leve decréscimo nas estações de enchente e águas altas, quando a produção de biomassa é maior, resultando em maiores percentuais de orgânicos.

### 5.1.2.3 - Nutrientes: nitrogênio e fósforo

De acordo com Forsbeg et al. (1988), nos lagos da Amazônia a concentração de nitrogênio total e fósforo total depende, fortemente, das características geoquímicas do rio associado e da bacia de drenagem local.

O teor médio de nitrogênio total Kjeldahl no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $942,05 \pm 875,13$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração para a estação MUC ( $1338,75 \pm 1398,31$  mg/kg, média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de nitrogênio encontrado foi de  $1059,57 \pm 904,34$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação JUS. O2 com  $1047,57 \pm 940,26$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima foi de 71,90 mg/kg registrada na estação CAR no período de águas baixas/10 e a máxima de 3436,00 mg/kg foi observada no período de vazante/09, na estação MUC (Figura 5.1.2-6). A concentração de nitrogênio total ficou abaixo de 4,800 mg/kg, valor estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04.

Observa-se em média maior teor de nitrogênio no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentam concentrações médias próximas as encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários. Em relação ao período hidrológico houve um acréscimo médio na concentração de nitrogênio no período de vazante.

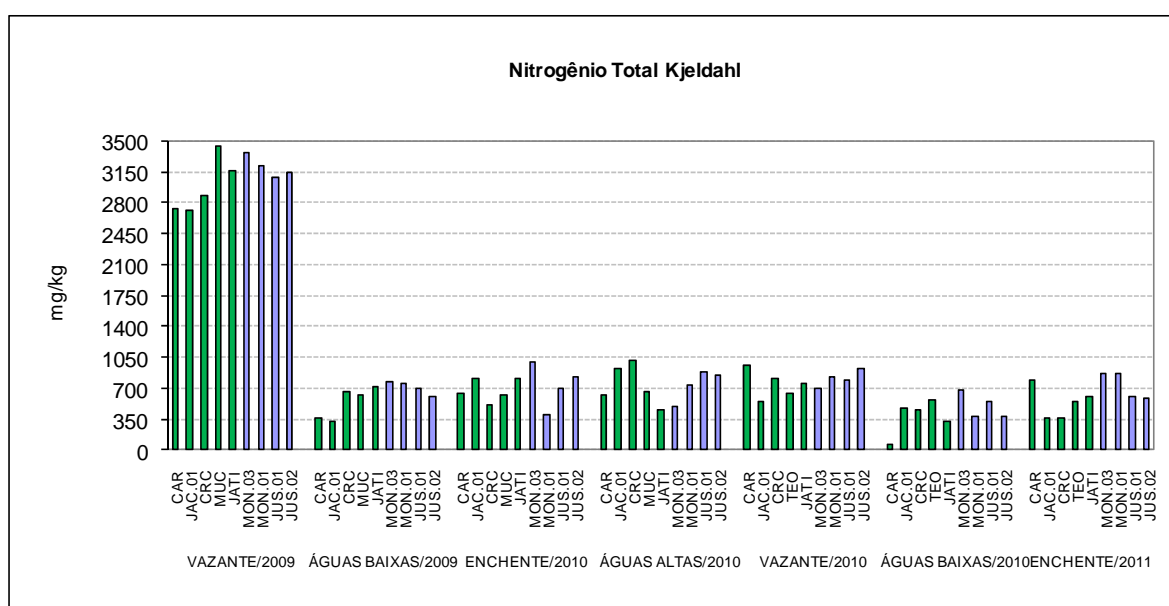


Figura 5.1.2-6 - Nitrogênio Total Kjeldahl nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de fósforo no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de 231,60 ± 262,13 mg/kg (média ± DP), evidenciando a maior concentração para a estação TEO 557,33 ± 77,56 mg/kg (média ± DP). No rio Madeira o teor médio de fósforo encontrado foi de 530,17 ± 195,94 mg/kg (média ± DP), evidenciando a maior concentração média para a estação JUS. 02 com 595,42 ± 187,48 mg/kg (média ± DP).

A concentração mínima foi de 20,00 mg/kg, registrada na estação CRC, nos períodos de enchente/10 e vazante/09 e JAC 01, no período de enchente/10, sendo a máxima de 976,00 mg/kg observada no período de vazante/10, na estação CAR (Figura 5.1.2-7). A concentração de fósforo total ficou abaixo de 2.000 mg/kg, valor estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04.

Observa-se em média maior teor de fósforo no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentam concentrações médias próximas as encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários. Em relação ao período hidrológico houve um acréscimo de aproximadamente 40% na concentração de fósforo total no período de vazante em relação a média dos demais períodos.

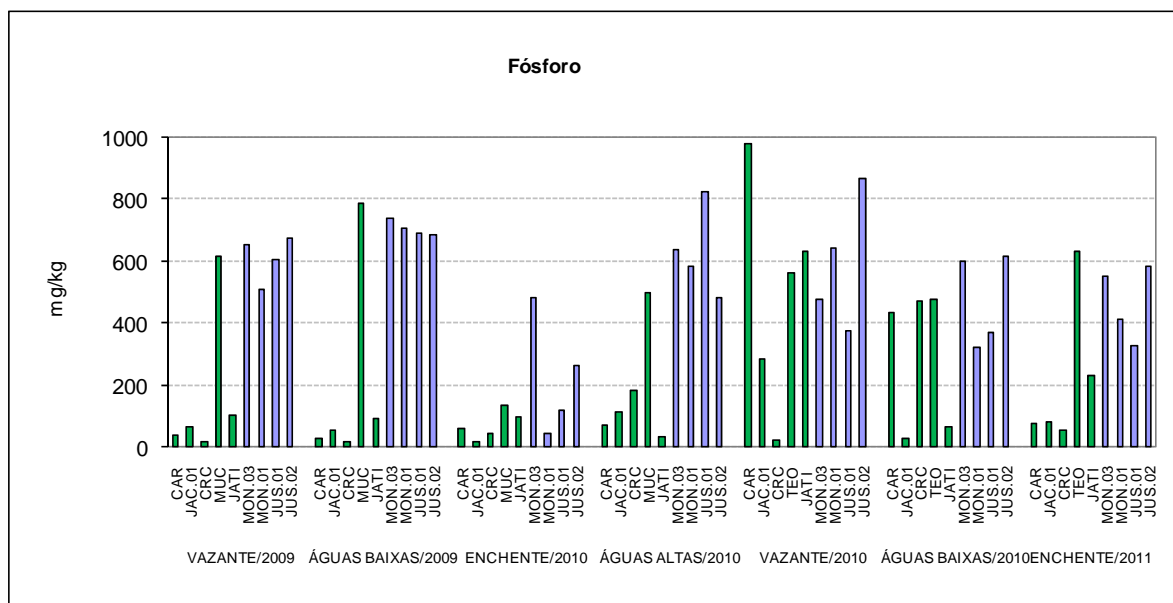


Figura 5.1.2-7 - Fósforo nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

#### 5.1.2.4 - Macronutrientes: sódio, potássio, cálcio e magnésio

O teor médio de sódio no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $102,05 \pm 96,35$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração para a estação JAT I ( $205,33 \pm 192,07$  mg/kg, média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de sódio encontrado foi de  $73,83 \pm 62,23$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração para a estação MON.03 com  $89,28 \pm 83,07$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima ficou abaixo do limite de quantificação nas estações CAR, CRC, JAC.01, JAT I, JUS.01, JUS.02, MON.01 e MUC; e a máxima de 410,00 mg/kg foi observada no período de enchente/10 na estação JAT I (Figura 5.1.2-8).

Observa-se em média maior teor de sódio no sedimento dos tributários em relação ao sedimento do rio Madeira.

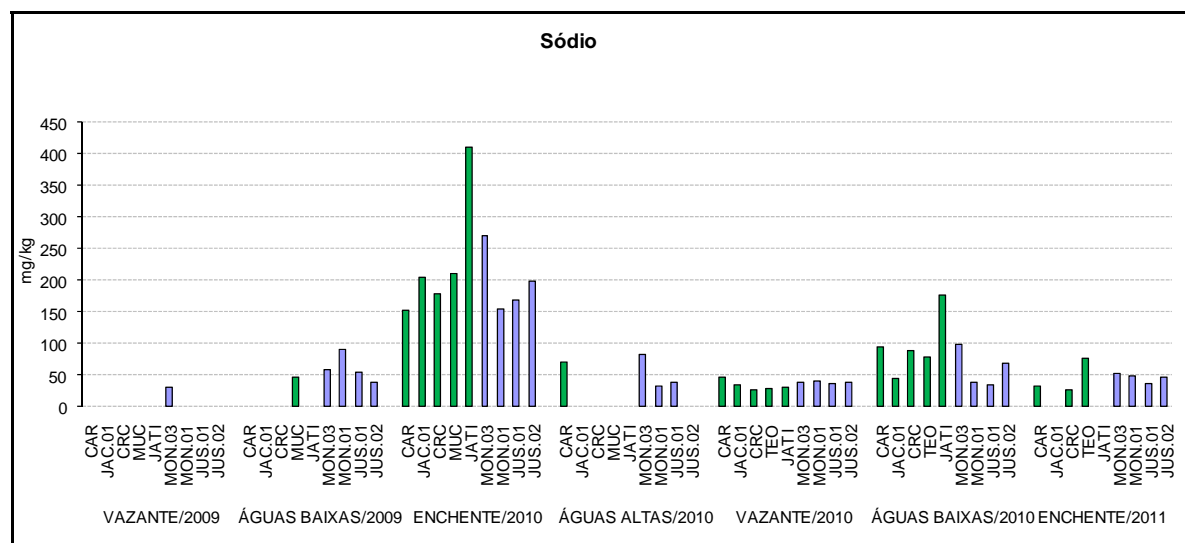


Figura 5.1.2-8 - Sódio nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de potássio no sedimento amostrado nos tributários avaliados foi de  $300,11 \pm 298,28$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando as maiores concentrações para as estações TEO e MUC, respectivamente  $529,33 \pm 139,01$  mg/kg e  $692,75 \pm 363,77$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de potássio encontrado foi de  $570,10 \pm 224,81$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração para a estação MON.03 com  $681,42 \pm 102,05$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima ficou abaixo do limite de quantificação e a máxima de 1095,00 mg/kg foi observada no período de águas baixas/09, na estação MUC (Figura 5.1.2-9).

Observa-se em média maior teor de potássio no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentam concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários. Em relação ao período hidrológico houve um decréscimo na concentração de potássio no período de enchente, em relação a média dos demais períodos.

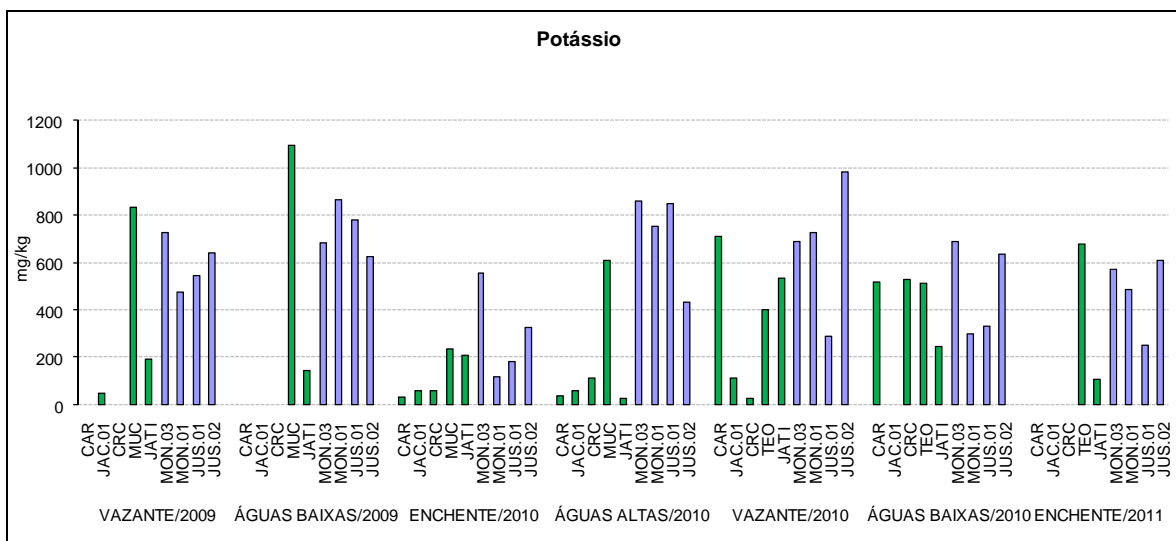


Figura 5.1.2-9 - Potássio nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de Cálcio no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $361,8 \pm 413,53$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração para as estação TEO com  $982,667 \pm 67,263$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de cálcio encontrado foi de  $1087,42 \pm 399,35$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração para a estação MON.03 com  $1228,83 \pm 274,24$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima ficou abaixo do limite de quantificação na estação CAR, no período de vazante/09; CRC e JAC. 01 no período de águas baixas/09 e enchente/10, respectivamente, sendo a máxima de 1755,00 mg/kg observada no período de águas altas/10, na estação JUS.01 (Figura 5.1.2-10).

Observa-se em média maior teor de cálcio no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentam concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários. Em relação ao período hidrológico houve decréscimo na concentração de cálcio no período de enchente em relação a média dos demais períodos.

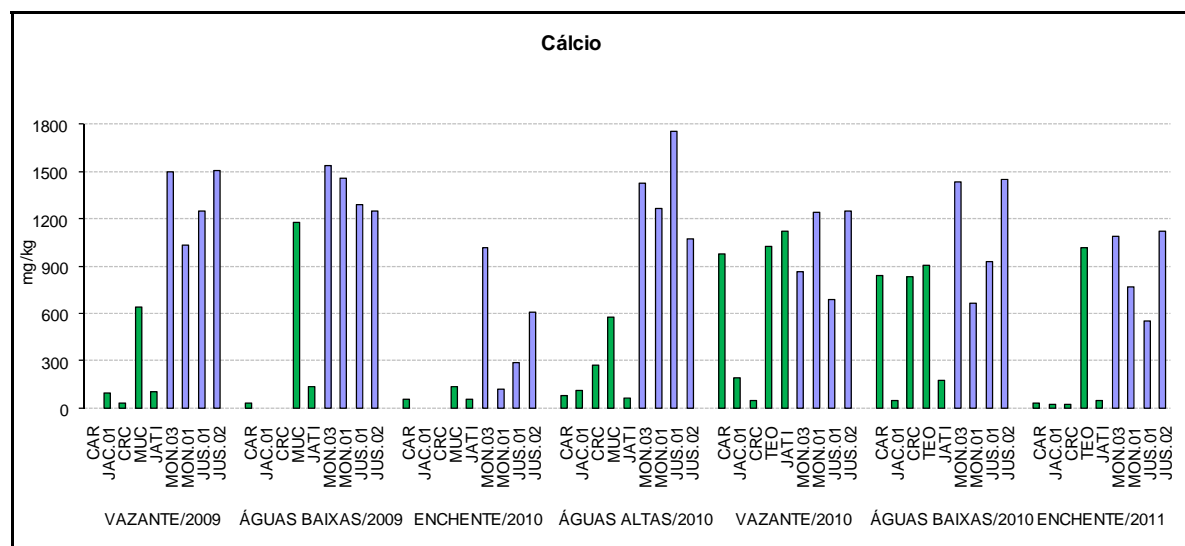


Figura 5.1.2-10 - Figura 10 - Cálcio nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de Magnésio no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $963,30 \pm 980,54$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração para a estação TEO com  $1856,00 \pm 281,08$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de magnésio encontrado foi de  $1792,60 \pm 653,50$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração para a estação MON.03 com  $1990,00 \pm 394,44$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima ficou abaixo do limite de quantificação e a máxima de 2795,00 mg/kg foi observada no período de vazante/10, na estação JUS.02 (Figura 5.1.2-11).

Observa-se em média maior teor de magnésio no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentaram concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários. Em relação ao período hidrológico houve decréscimo na concentração de magnésio no período de enchente, em relação a média dos demais períodos.

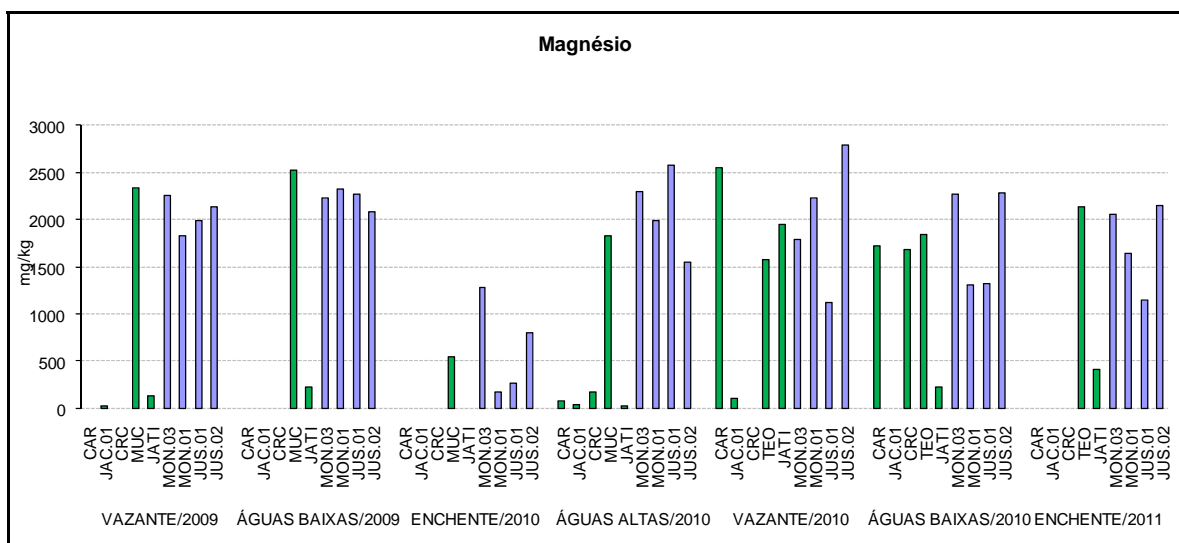


Figura 5.1.2-11 - Magnésio nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

Para o potássio, cálcio e magnésio os padrões de variação sazonal se mostraram inversos ao sódio, uma vez que estes registraram seus menores valores no período de enchente, quando o sódio foi maior.

### 5.1.2.5 - Elementos-traço

Em rios, a carga total de elementos-traço depende das características geológicas e ecológicas das bacias de drenagem e do tipo de atividade humana nelas presentes. O transporte é realizado, principalmente, sob forma dissolvida ou ligada ao material particulado em suspensão. Segundo Lacerda et al., 1987, a distribuição dos elementos entre as duas fases é em função do tipo de elemento e da carga total de elementos lançados nos rios. Nessa linha, rios que recebem grandes cargas de rejeitos industriais apresentam, na maioria dos casos, grandes concentrações de elementos na fase dissolvida, enquanto que rios sem contribuições antrópicas apresentam a maior parte da carga total de elementos-traço associada ao material particulado em suspensão (ESTEVES, 1998).

No presente trabalho, dentre os elementos-traço monitorado, o cádmio (Cd) e o estanho (Sn) apresentaram suas concentrações abaixo do limite de quantificação do método em todas as estações e períodos amostrados.

O teor médio de Alumínio no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $3031,02 \pm 3335,65$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MUC com  $7566,75 \pm 4602,25$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de alumínio encontrado foi de  $6444,92 \pm 3139,66$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MON.03 com  $7682,33 \pm 1646,05$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima foi de 85 mg/kg, registrada na estação JAC. 01 no período de enchente/2010 e a máxima de 11915 mg/kg foi observada no período de vazante/10 na estação JUS.02 (Figura 5.1.2-12).

Observa-se em média maior teor de alumínio no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentam concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários.

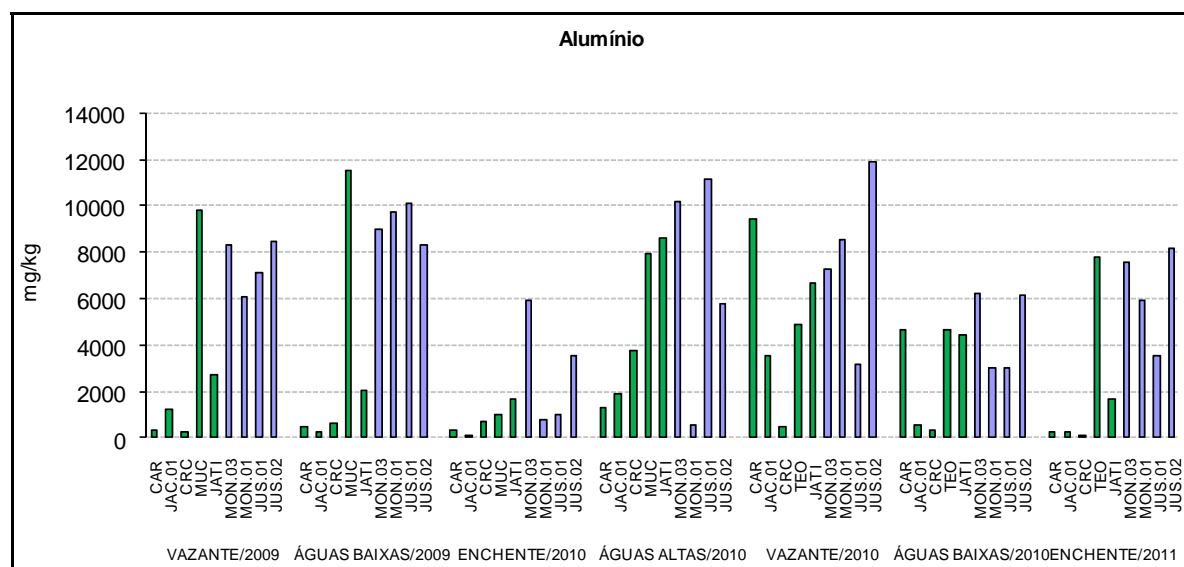


Figura 5.1.2-12 - Alumínio nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de bário no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $25,81 \pm 28,62$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MUC com  $60,75 \pm 30,76$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de bário encontrado foi de  $50,68 \pm 20,71$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação JUS. 02 com  $58,71 \pm 19,49$  mg/kg (média  $\pm$  DP).



A concentração mínima foi de 0,5 mg/kg registrada na estação CRC, no período de vazante/2010 e a máxima de 106,00 mg/kg foi observada no período de vazante na estação CAR (Figura 5.1.2-13).

Observa-se em média maior teor de bário no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentam concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários.

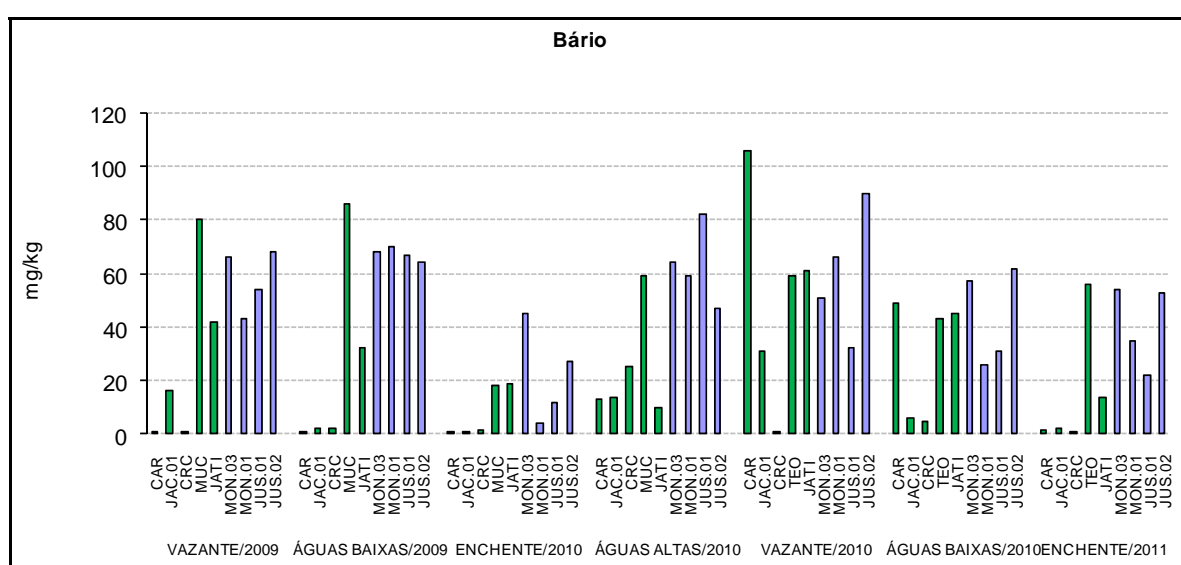


Figura 5.1.2-13 - Bário nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de cobalto no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $5,22 \pm 4,16$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação TEO com  $10,01 \pm 0,26$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de cobalto encontrado foi de  $8,86 \pm 2,19$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MON.01 com  $9,29 \pm 1,45$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima ficou abaixo do limite de quantificação nas estações: CAR, CRC e JAC.01, nos períodos de vazante/09 e águas baixas/09, sendo a máxima de 12,20 mg/kg observada no período de águas altas/10, na estação MON.03 (Figura 5.1.2-14).

Observa-se em média maior teor de cobalto no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentam concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários.

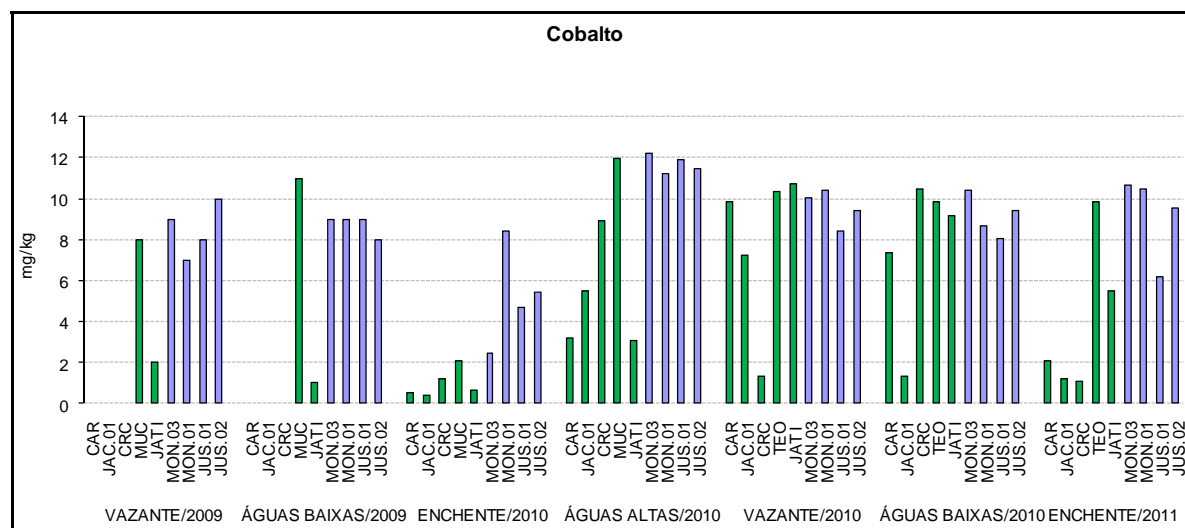


Figura 5.1.2-14 - Cobalto nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de cobre no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $8,34 \pm 7,56$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração para a estação MUC com  $18,25 \pm 8,16$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de cobre encontrado foi de  $17,77 \pm 3,35$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração para a estação MON.01 com  $19,28 \pm 3,19$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima foi de 0,25 mg/kg registrada na estação JAC.01, no período de enchente/10 e a máxima de 30 mg/kg observada no período de águas baixas/09, na estação MUC (Figura 5.1.2-15). A concentração de cobre ficou abaixo de 197 mg/kg, valor estabelecido pela CONAMA 344/2004 para sedimento Nível 2.

Observa-se em média maior teor de cobre no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentam concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários.

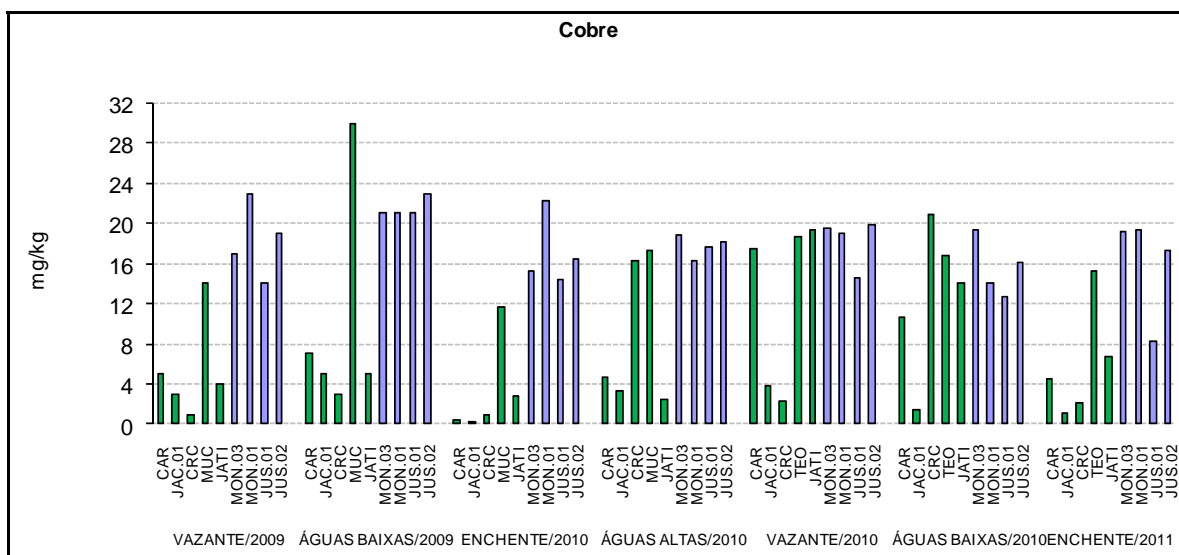


Figura 5.1.2-15 - Cobre nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de chumbo no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $7,49 \pm 5,00$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MUC com  $11,32 \pm 4,55$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de chumbo encontrado foi de  $9,47 \pm 2,60$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MON.03 com  $10,25 \pm 3,18$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima ficou abaixo do limite de quantificação registrada na estação CAR no período de enchente/11 e a máxima de 18,50 mg/kg foi observada no período de águas altas/10 na estação CRC (Figura 5.1.2-16). A concentração de chumbo ficou abaixo de 91,3 mg/kg, valor estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para sedimento Nível 2.

Não se observou uma diferenciação entre o teor médio de chumbo no sedimento do rio Madeira e dos tributários.

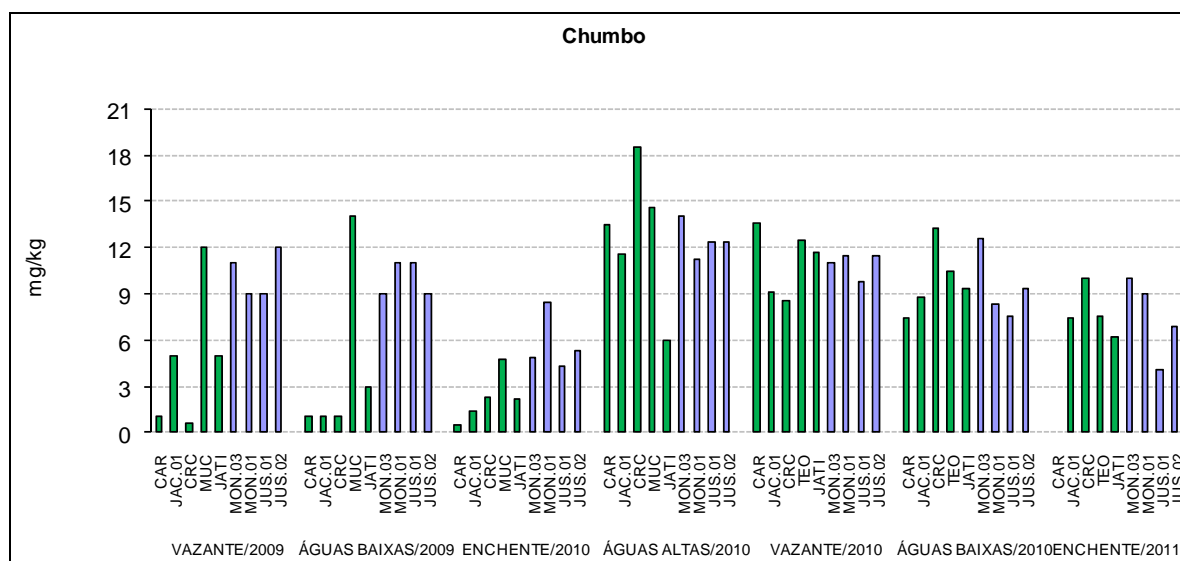


Figura 5.1.2-16 - Chumbo nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de cromo no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $5,07 \pm 3,43$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MUC com  $9,91 \pm 4,19$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de cromo encontrado foi de  $8,62 \pm 2,34$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MON.01 com  $9,05 \pm 1,70$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima ficou abaixo do limite de quantificação nas estações: CAR, no período de vazante/09 e águas baixas/09; JAC. 01 e CRC, no período de águas baixas/09; sendo a máxima de 14 mg/kg observada no período de águas baixas/09 na estação MUC (Figura 5.1.2-17). A concentração de cromo ficou abaixo de 90 mg/kg, valor estabelecido pela Resolução CONAMA 344/04 para sedimento Nível 2.

Observa-se em média maior teor de cromo no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentaram concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários.

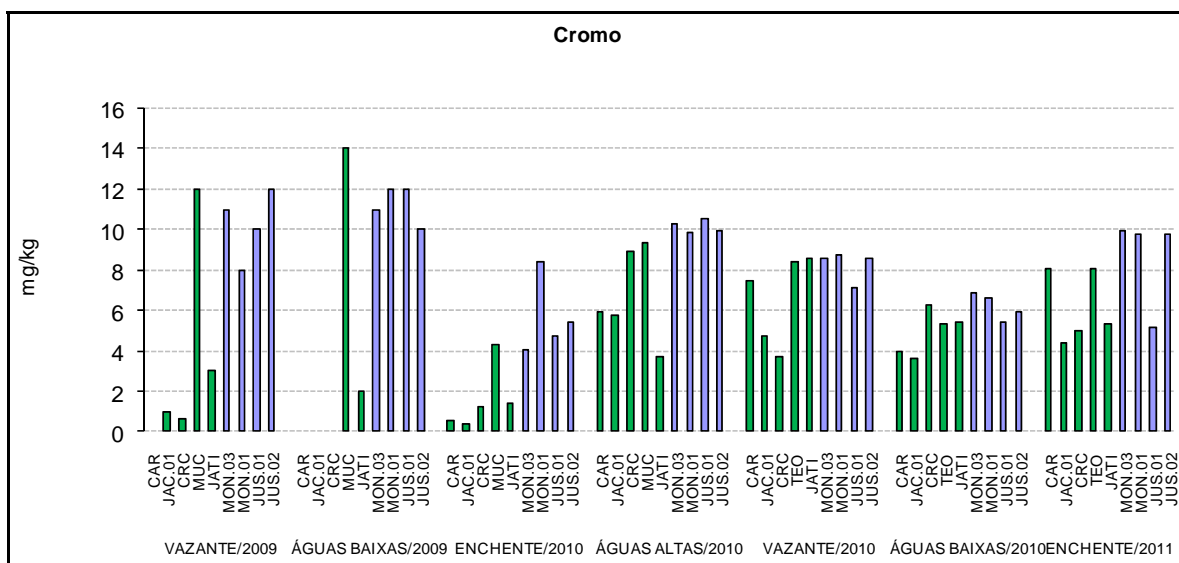


Figura 5.1.2-17 - Cromo nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de ferro no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $13515,41 \pm 13711,48$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação TEO com  $30974,67 \pm 11003,50$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de ferro encontrado foi de  $28703,57 \pm 10774,72$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MON.03 com  $33083,07 \pm 17357,54$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima foi de 410,13 mg/kg registrada na estação CAR, no período de enchente/10 e a máxima de 64111,34 mg/kg foi observada no período de enchente/11, na estação MON.03 (Figura 5.1.2-18).

Observa-se em média maior teor de ferro no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentam concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários.

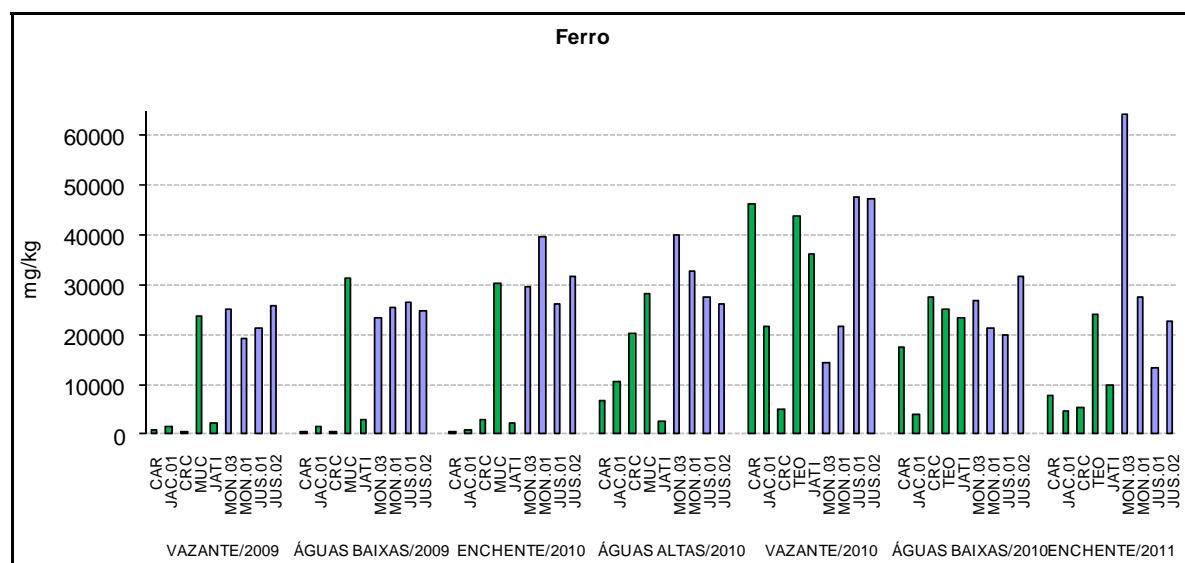


Figura 5.1.2-18 - Ferro nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de manganês no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $126,64 \pm 137,77$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MUC com  $295,38 \pm 142,91$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de manganês encontrado foi de  $345,24 \pm 100,13$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MON.03 com  $404,40 \pm 122,67$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima foi de 1,00 mg/kg registrada na estação CAR no período de vazante/09 (jun/09) e a máxima de 528,72 mg/kg observada no período de águas baixas/10 na estação MON.03 (Figura 5.1.2-19).

Observa-se em média maior teor de manganês no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentam concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários.

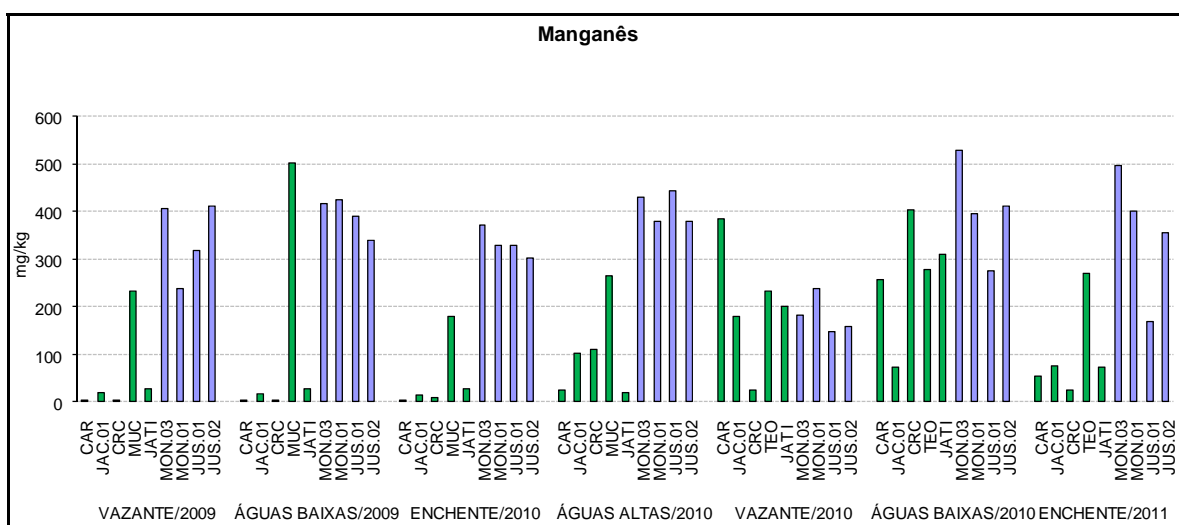


Figura 5.1.2-19 - Manganês nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de mercúrio no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $0,05 \pm 0,03$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação CAR com  $0,07 \pm 0,05$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de mercúrio encontrado foi de  $0,04 \pm 0,009$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MON.03 com  $0,04 \pm 0,008$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima foi de 0,007 mg/kg na estação JAC. 01, no período de enchente/10 e a máxima de 0,15 mg/kg foi observada no período de águas baixas/10, na estação CAR (Figura 5.1.2-20). A concentração de mercúrio ficou abaixo de 0,48 mg/kg, valor estabelecido pela CONAMA 344/2004 para sedimento Nivel 2.

Em relação ao elemento mercúrio observa-se em média que a concentração média nos tributários tendem a ser maiores que no rio Madeira, entretanto as estações MUC e TEO apresentaram concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários.

Vale ressaltar que as análises de mercúrio nos períodos de enchente e águas baixas de 2009 ficaram abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada. A partir do período enchente de 2010, com a integração entre programas, as análises foram realizadas em parceria com o programa de Hidrobiogeoquímica de Mercúrio e outros Elementos-Traço no rio Madeira.

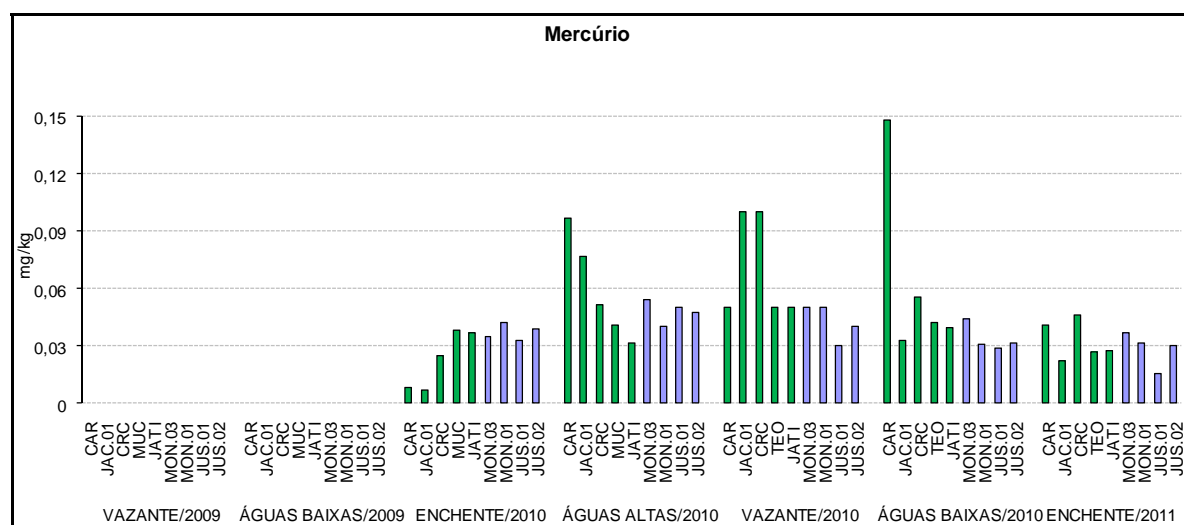


Figura 5.1.2-20 - Mercúrio nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de níquel no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $9,87 \pm 7,04$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação TEO com  $17,06 \pm 0,54$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de níquel encontrado foi de  $15,45 \pm 3,04$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MON.03 com  $16,28 \pm 3,81$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima ficou abaixo do limite de quantificação nas estações CAR, CRC e JAC.01, nos períodos de vazante/09, águas baixas/09 e enchente/10, sendo a máxima de 19,84 mg/kg observada no período de águas altas/10, na estação MUC (Figura 5.1.2-21). A concentração de níquel ficou abaixo de 35,9 mg/kg, valor estabelecido pela CONAMA 344/2004 para sedimento Nível 2.

Observa-se em média maior teor de níquel no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentam concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários.



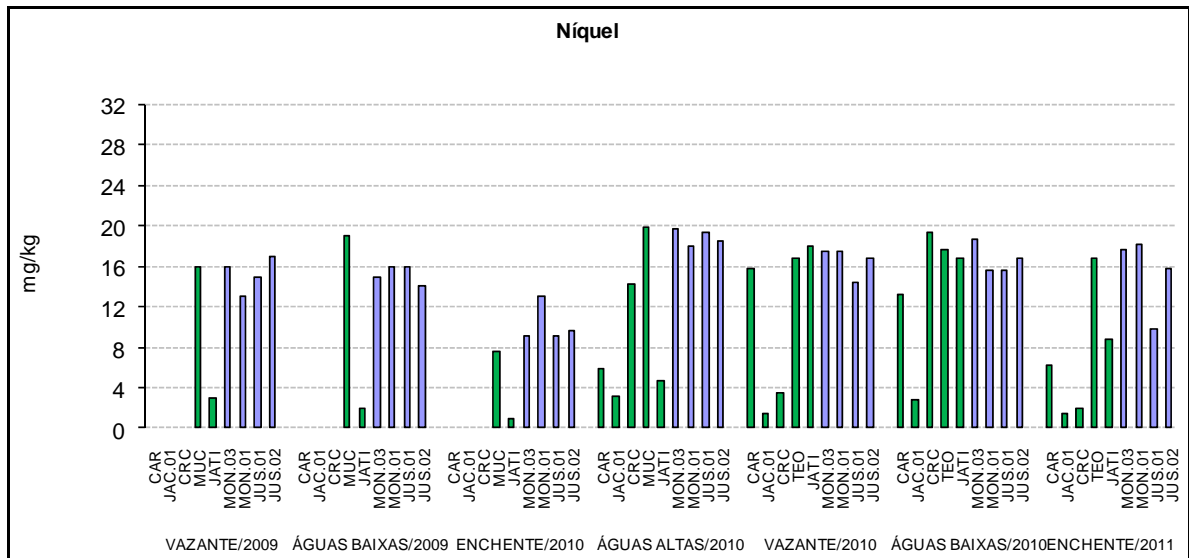


Figura 5.1.2-21 - Níquel nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

O teor médio de zinco no sedimento de fundo amostrado nos tributários avaliados foi de  $30,45 \pm 24,95$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MUC com  $62,62 \pm 6,39$  mg/kg (média  $\pm$  DP). No rio Madeira o teor médio de zinco encontrado foi de  $55,33 \pm 8,65$  mg/kg (média  $\pm$  DP), evidenciando a maior concentração média para a estação MON.03 com  $61,41 \pm 7,73$  mg/kg (média  $\pm$  DP).

A concentração mínima foi de 0,33 mg/kg registrada na estação JAC.01, no período de águas baixas/10 e a máxima de 74,57 mg/kg foi observada no período de vazante/10, na estação MON.03 (Figura 5.1.2-22). A concentração de zinco ficou abaixo de 315 mg/kg, valor estabelecido pela CONAMA 344/2004 para sedimento Nível 2.

Observa-se em média maior teor de zinco no sedimento do rio Madeira em relação ao sedimento dos tributários, entretanto as estações MUC e TEO apresentaram concentrações médias próximas às encontradas no rio Madeira, evidenciando sua influência nestes tributários.

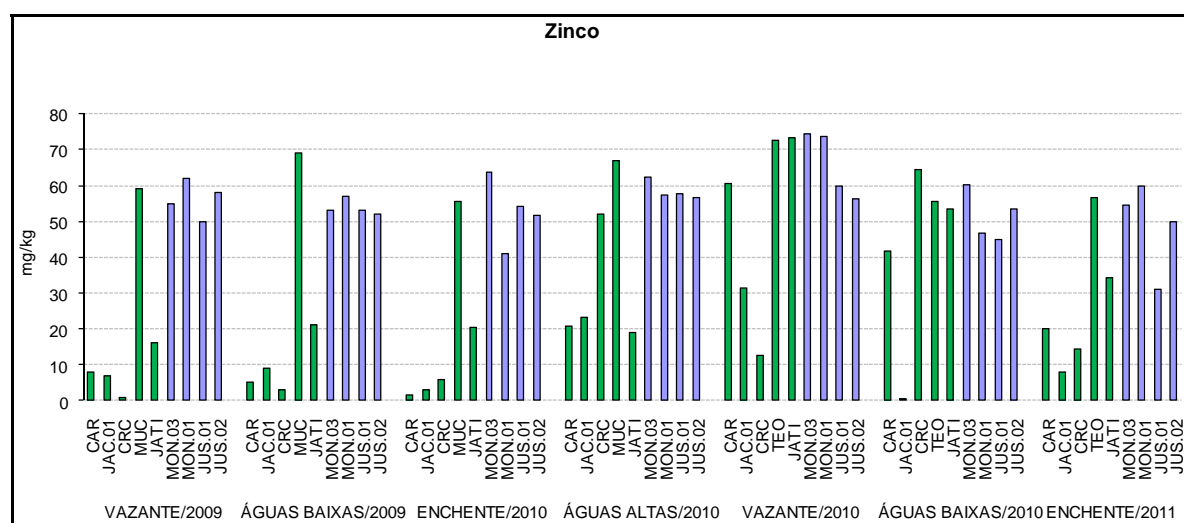


Figura 5.1.2-22 - Zinco nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

### 5.1.2.6 - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos

Os hidrocarbonetos são compostos químicos apolares (hidrófobos), o que limita sua solubilidade na água, favorecendo a tendência de associação a partículas sólidas. Os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA) são produtos primários de processos de combustão incompleta a diferentes temperaturas, assim sendo incêndios florestais e queima de combustíveis fósseis podem ser considerados as principais fontes deste contaminante para o meio ambiente. Os HPA's compreendem moléculas com 2 a 6 anéis aromáticos. Com base no peso molecular, podem ser divididos em dois grupos: aqueles com baixos pesos moleculares que possuem dois ou três anéis aromáticos, e os de altos pesos moleculares, compostos por quatro a seis anéis aromáticos.

Os valores de HPA's registrados no presente monitoramento se apresentaram abaixo dos limites estabelecidos pela legislação. Apesar das baixas concentrações, um padrão sazonal pôde ser observado, em que apenas nos períodos de vazante e águas baixas/09 e águas baixas /10 os valores de HPA's nos sedimentos foram detectados acima dos limites de quantificação (Figura 5.1.2-23), sugerindo uma associação neste período de seca com as queimadas que acontecem na região e que nos demais períodos o acréscimo no volume de água do rio Madeira e seus tributários pode estar agindo como agente diluidor deste contaminante.

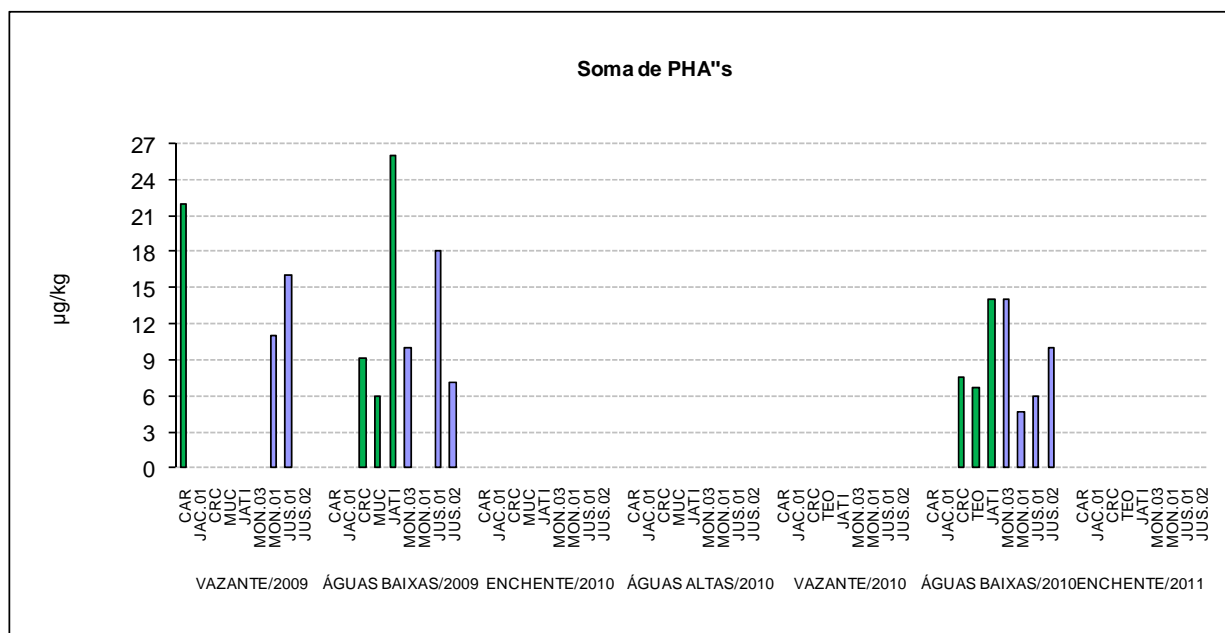


Figura 5.1.2-23 - Somatório de HPAs nos sedimentos amostrados nos períodos hidrológicos ocorridos entre junho de 2009 e janeiro de 2011.

### 5.1.2.7 - Bifenilas policloradas

Embora a produção e o uso de muitos compostos organoclorados tenham sido banidas de alguns países, consideráveis quantidades de PCBs podem estar armazenadas em áreas de depósitos de resíduos. Estima-se que cerca de 15% da produção mundial de PCBs encontra-se localizada em áreas de países em desenvolvimento. As legislações ambientais restringem o uso de novos equipamentos elétricos contendo PCBs, mas permitem o uso de equipamentos antigos que contenham PCBs até o término de suas vidas úteis, tornando-os, assim, possíveis fontes de contaminação ambiental.

O destino e o comportamento dos congêneres de PCBs no ambiente é influenciado pelas suas propriedades físico-químicas, principalmente pressão de vapor, dispersabilidade em água e lipofilicidade.

Congêneres menos clorados possuem pressão de vapor e solubilidade em água maior do que os mais clorados, os quais são mais lipofílicos. Estas diferenças exercem um grande efeito na persistência dos congêneres individuais e sua distribuição entre os diferentes compartimentos

ambientais. Além disso, as fontes dominantes de PCBs são as formulações técnicas, e suas composições variam em função da quantidade de cloro na molécula (Silva, 1999).

Contudo, até o momento não foi constatada presença de biocidas em nenhuma das estações amostradas, com exceção dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), os quais foram detectados em concentrações próximas ao limite de quantificação do método, restritos aos períodos de vazante e águas baixas (2009) e águas baixas (2010). Assim sendo, recomenda-se diminuição da frequência amostral dos demais biocidas (Alaclor; Aldrin e Dieldrin; Atrazina; Carbaril; Clordano (cis e trans); 2-Clorofenol; Criseno; 2,4-D; Demeton (Demeton-O e Demeton-S); 2,4-Diclorofenol; DDT (p,p'-DDT, p,p'-DDE e p,p'-DDD); Dodecacloropentaciclodecano; Endossulfan (a, b e sulfato); Endrin; Heptacloro e Heptacloro Epóxido; Lindano (g-HCH); Malation; Metoxicloro; Metolacloro; Paration; PCB's - Bifenilas Policloradas; Pentaclorofenol; Simazina; 2,4,5-T; 2,4,5-TP; 2,4,6-Triclorofenol; Trifluralina e Hexaclorobenzeno), passando a ser anual ao invés de trimestral. Propõe-se que essa coleta anual seja realizada no período de enchente, logo após o início do período chuvoso na região.