

IV-247 – ANÁLISE DE SEDIMENTOS DE FUNDO DO CÓRREGO CANAVIAL EM PATOS DE MINAS, MG

Murielle Cristine Costa Melo⁽¹⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Pós-graduando em Perícia e Auditoria Ambiental pela Universidade Cândido Mendes (UCAM).

Andressa Caixeta de Souza⁽²⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

Endereço⁽¹⁾: Rua Zico Soares, 835, Ap 01 - Ipanema – Patos de Minas - MG - CEP: 38706-490 - Brasil - Tel: (34) 98858-8859 - e-mail: eng.ambmelo@gmail.com

RESUMO

Análises de metais pesados em sedimentos de fundo estão sendo, cada vez mais utilizadas para um melhor entendimento do nível de interação do curso hídrico com as atividades em seu entorno. Sendo assim, o presente estudo abordará sobre os metais pesados em sedimentos de fundo, em que pode observar que as contaminações em corpos d'água vêm se agravando cada vez mais com o mau planejamento do uso e ocupação do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar as concentrações dos metais pesados cádmio, cromo, chumbo, níquel e zinco, no sedimento de fundo do córrego Canavial. Foram estabelecidos três pontos de coleta no córrego, com duas amostras por ponto, totalizando seis amostras. Foram realizadas análises físicas/granulométricas em cada ponto, e para as análises químicas, foi aplicado o método ICP-AES, embasando-se na metodologia DTPA. Os resultados obtidos não apresentaram valores relevantes, onde estes foram comparados aos valores estabelecidos na Resolução CONAMA 454/2012. Pode-se concluir que os valores encontrados no ponto 1 e 2 sugerem que o assoreamento foi causado por pastagens e lavouras juntamente com o lançamento de efluentes de um pesque-pague e de laticínios. No ponto 3, o cádmio, cromo e chumbo não foram detectados nas amostras, sugerindo que a elevada quantidade de carga orgânica que se encontra nesse ponto pode estar correlacionada a estas ausências, com o indicativo do zinco que apresentou um valor relevante diante das outras amostragens.

PALAVRAS-CHAVE: Metais Pesados, Carga orgânica, Uso e Ocupação do Solo.

INTRODUÇÃO

Desde a década de 60, o setor industrial e agropecuário vem se intensificando, e em reflexo, o crescente desenvolvimento da área urbana vem provocando o uso e ocupação do solo inadequadamente (RIBEIRO, 2012). Estas áreas mal planejadas pelo homem podem acarretar em contaminação do solo e corpos hídricos, provocadas por supressão da vegetação das Áreas de Preservação Permanentes (APP's), lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado nos corpos hídricos, aumento da impermeabilização do solo, especulação imobiliária, entre outros (CRUVINEL, 2011).

Os efluentes industriais e domésticos lançados nos corpos hídricos sem tratamento vem sendo monitorados com maior frequência. Porém, os parâmetros adotados nem sempre são suficientes para averiguar a real situação. Alguns sólidos não permanecem na coluna d'água e vão para o fundo do corpo hídrico se sedimentando (COTTA, et al., 2005).

Os sedimentos são formados por material particulado, que são carregados para os rios, córregos, lagos por chuva, erosões, matérias em decomposição tais como restos de animais, vegetais e compostos minerais que vão se sedimentar no fundo do corpo d'água (SAMPAIO, 2011). O sedimento de fundo é um excelente indicador de contaminação, principalmente de metais pesados. Estes metais normalmente são solúveis em água, e se depositam nos sedimentos de fundo (CRUVINEL, et al., 2011).

Embora haja um monitoramento constante das águas, não acontece o mesmo em relação aos sedimentos que interferem diretamente à biota aquática (CRUVINEL, et al., 2011). Os sedimentos são oriundos de processos que atuam sobre diversos tipos de rochas. Desde sua origem e durante todo seu percurso até o local de

deposição, sofrem influência de variáveis físicas, químicas e biológicas. Os sedimentos podem ser transportados pela água, vento, gelo, entre outros agentes. O carreamento do material não consolidado interage de forma constante e continua com os processos de erosão e intemperismo (POPP, 2010).

Os sedimentos fornecem o alimento e o habitat de algumas espécies aquáticas. São responsáveis pela turbidez dos corpos hídricos, contendo compostos químicos orgânicos como inseticidas e herbicidas, e inorgânicos como os metais. Apenas 1% das substâncias que adentram no sistema aquático se dissolve em água. Logo, compreende-se que mais de 99% são depositados no compartimento sedimentar. (FORSTNER et al., 1995 *apud* CRUVINEL, et al., 2011).

Os estudos de metais pesados nos sedimentos de fundo vêm se tornando um método muito eficaz, para monitoramento dos corpos hídricos. Metais pesados em concentrações elevadas contaminam o ambiente aquático, atingindo toda a cadeia alimentar por meio da bioacumulação no organismo dos seres vivos, e posteriormente podendo levar a morte (SAMPAIO, 2003).

Os elementos cádmio, chumbo, cromo, níquel e zinco são bastante estudados por diversos autores como Sampaio (2003), Cruvinel (2011), Ribeiro (2012), Mortatti (2010) devido sua correlação com atividades e processos presentes na urbanização.

O presente trabalho contém estudo realizado a verificação de presença de metais no sedimento de fundo do córrego Canavial, localizado no município de Patos de Minas, MG, onde se encontra em constante conflito, com as indústrias, tanques de piscicultura, áreas de pastagem e com o crescimento urbano adjacente ao mesmo. Ele recebe constantemente descargas de efluentes e carreamento de sólidos e consequentemente, acumula sedimentos no fundo de seu leito.

Os sedimentos de fundo acumulados podem afetar a qualidade da água e se presentes na coluna d'água podem causar danos no meio ambiente. Dados deste projeto podem fornecer subsídios para futuros trabalhos no local.

OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo avaliar a concentração de metais pesados no sedimento de fundo do córrego Canavial, em Patos de Minas/MG, na área de influência de um pesque-pague e de dois laticínios. Avaliar a concentração de elementos Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Chumbo (Pb), Níquel (Ni), Zinco (Zn), nos sedimentos de fundo do córrego Canavial; Identificar as principais fontes poluidoras existentes no trecho em estudo; Realizar análise física / granulométrica; Elaborar o mapa de uso e ocupação do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no córrego Canavial, município de Patos de Minas, mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, no estado de Minas Gerais. Sua nascente localiza-se nas coordenadas geográficas S 18°35'13.71"/ W046°26'11.70" e deságua no córrego do Monjolo, adjacente às coordenadas geográficas S 18°36'21.19"/ W046°30'43.18".

O córrego Canavial vem acumulando inúmeros poluentes com o uso do solo, ocupação da sua área de influência e com a expansão da área urbana.

COLETA E AMOSTRAGEM

Na figura 08 estão apresentados os três pontos de amostragem. Em cada ponto foram realizadas duas amostragem para análise (duas repetições), contendo 1kg de sedimento de fundo por amostra. Onde foram coletados em 25 de setembro de 2016.



Figura 01: Mapa de Localização dos Pontos de Coleta no Córrego Canavial em Patos de Minas, MG, 04/08/2016.

O ponto nº 01 está situado a montante das intervenções antrópicas e os demais ao longo do córrego Canavial até o deságuio no córrego Monjolo, de acordo com as coordenadas dos pontos apresentadas na tabela 01.

Tabela 01: Coordenadas geográficas dos Pontos de Coleta. Patos de Minas, 2016.

| Pontos de amostragem | Latitude | Longitude |
|----------------------|----------------|----------------|
| 1 | S18°35'40.13" | W 46°27'9.11" |
| 2 | S 18°36'55.18" | W 46°28'42.51" |
| 3 | S 18°36'34.44" | W 46°29'54.34" |

No ponto de coleta nº 01, a montante de intervenções antrópicas, o córrego apresentava-se preservado em suas margens (APP). A profundidade da lâmina d'água observada era rasa, contendo água mais cristalina, com textura dos sedimentos aparentemente mais arenosa (Figura 01 e 02).



Figura 02: Ponto de coleta nº 01 no córrego Canavial.



Figura 03: Área no entorno do ponto de coleta n° 01 no córrego Canavial.

No ponto de coleta n° 02 já havia ações antrópicas bem visíveis, principalmente atividades industriais e atividades agropecuárias. Foi notório o assoreamento, a falta da APP (Área de preservação Permanente) em algumas áreas desse ponto do córrego Canavial. A água apresentava-se com uma coloração mais turva, com influência muito grande do setor industrial. Observou-se também odor provocado por algumas fontes difusas. Também notou-se presença de fazendas e chacreamentos no seu entorno. Neste ponto, a textura do sedimento aparentemente era menos arenosa (Figura 03 e 04).



Figura 04: Ponto de coleta n° 02 no córrego Canavial.

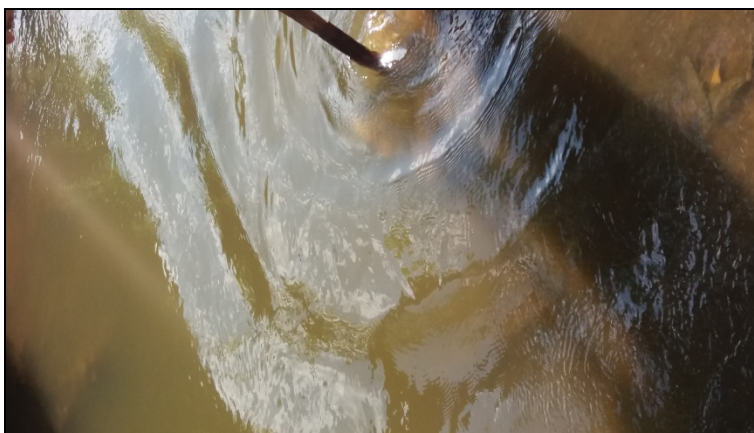


Figura 05: Realização da coleta no ponto n° 02 no córrego Canavial.

O ponto de coleta n° 03 está localizado na área urbana. A coloração da água apresentava muito turva, com forte odor, e presença de lançamento de esgoto diretamente no córrego oriundo de vários bairros no entorno.

Não havia presença de dissipador. O sedimento coletado apresentava coloração escura e textura muito argilosa (Figura 05, 06 e 07).



Figura 06: Ponto de coleta n° 03 no córrego Canavial.



Figura 07: Ponto de coleta n° 03 no córrego Canavial.



Figura 08: Área no entorno do ponto de coleta n° 03 no córrego Canavial.

As coletas dos sedimentos de fundo do córrego canavial foram realizadas utilizando-se uma pá como amostrador. Do material coletado no amostrador foram retiradas para análises apenas o terço médio das mesmas, sendo acondicionadas em embalagens plásticas, armazenadas em recipientes adequados, para posteriormente secagem e análises laboratoriais.

PARÂMETROS ANALISADOS

Foram analisados parâmetros físicos (caracterização textural) e químicos (metais pesados) para a caracterização dos sedimentos de fundo do córrego Canavial. A legislação atual não especifica parâmetros para caracterização de sedimento de fundo. Portanto, este estudo foi embasado na Resolução CONAMA Nº 454/2012 que estabelece as diretrizes gerais do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional, com relação à concentração de poluentes nos sedimentos de fundo.

ANÁLISE TEXTURAL

As análises granulométricas foram realizadas no laboratório LABRAS – Laboratório Brasileiro de Análises Ambientais e Agrícolas – LTDA, localizado no município Monte Carmelo-MG, utilizando-se o método de peneira e pipetagem, de acordo com o Manual de Análise de Solo da EMBRAPA de 2011. O material foi classificado de acordo com o Diagrama triangular simplificado (EMBRAPA, 2006) e o Diagrama triangular (Atterbeg) ambos utilizados para a classificação textural do solo.

As amostras coletadas foram encaminhadas ao referido laboratório onde foram preparadas e analisadas. Inicialmente as amostras de solo foram separadas em frações, sendo obtidas ao padrão TSFA (Terra Fina Seca ao Ar), sendo obtida uma quantidade determinada em placas de Petri e de Vidro relógio, em seguida, acondicionadas na estufa à uma temperatura de 40°C, por aproximadamente 24 horas. Após este período, foram retiradas da estufa e ficaram em local ventilado e seco até completarem a dessecação ao ar, posteriormente procederam ao destorroamento no almofariz evitando a quebra de pedras ou concentrações, vertendo assim as amostras destorroadas em peneira 2 mm (EMBRAPA, 2009). Foram determinadas as porcentagens de areia total, silte e argila para a determinação da classe textural do sedimento de fundo de cada amostra (Figura 09).

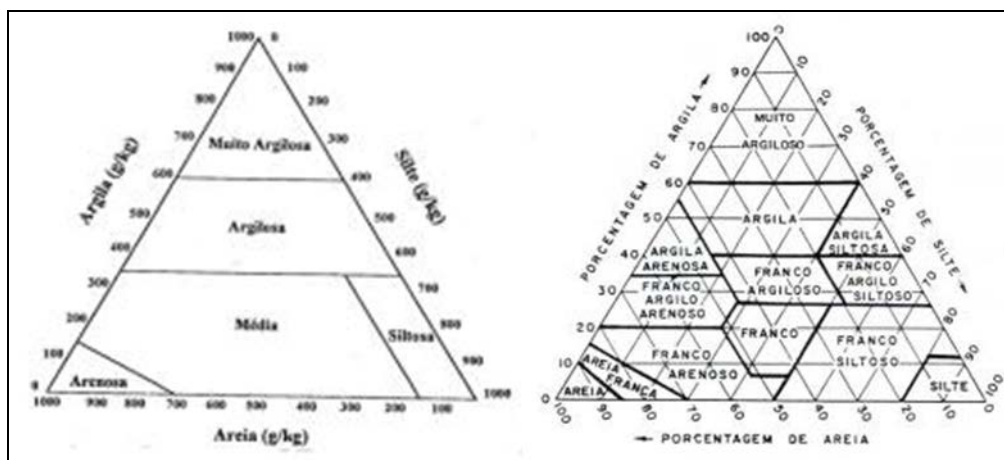


Figura 9: Diagrama de classificação textural do solo, modelo Embrapa (2006) e Atterbeg.

ANÁLISES DE METAIS PESADOS

As análises dos metais pesados cádmio, cromo, chumbo, níquel e zinco, foram realizadas no laboratório LABRAS pelo método ICP-AES Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry (Espectrometria de Emissão Atômica por Plasma Acoplado Indutivamente).

A metodologia utilizada é do DTPA (ácido dietilenotriaminopentaacético 0,005 mol/L) + Trietanolamina (TEA 0,1 mol/L) + Cloreto de Cálcio (0,01 mol/L) a pH 7,30.

MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES

O mapa de uso e ocupação do solo da área de influência do córrego Canavial foi feito através da base de dados Google Earth, utilizando o software Quantum Gis. No qual foram demarcadas as áreas conforme seu uso e ocupação.

As identificações das fontes poluidoras foram realizadas através de visitas a campo e demarcadas através do Google Earth.

INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

As análises dos dados obtidos foram realizadas a partir da comparação do resultado de cada amostra com o valor de referência da legislação. Os resultados obtidos das análises dos metais pesados foram comparados com os valores orientados na tabela 02, da Resolução CONAMA 454-2012, onde no Art. 10, inciso II, classifica em dois níveis:

- a) Nível 1- limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota;
- b) Nível 2 - limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.

Tabela 02: Níveis de classificação do material a ser dragado conforme a substância analisada.

| SUBSTÂNCIAS | | NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL A SER DRAGADO | |
|------------------------------|-------------|---|-------------------|
| | | NÍVEL 1 | NÍVEL 2 |
| Metais e Semi metais (mg/kg) | Cádmio (Cd) | 0,6 ¹ | 3,5 ¹ |
| | Chumbo (Pb) | 35 ¹ | 91,3 ¹ |
| | Cromo (Cr) | 37,3 ¹ | 90 ¹ |
| | Níquel (Ni) | 18 ¹ | 35,9 ¹ |
| | Zinco (Zn) | 123 ¹ | 315 ¹ |

Fonte: Resolução CONAMA 454-2012

ANÁLISE E DISCURÇÃO DOS RESULTADOS

MAPA DE USO E OCUPAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES POLUIDORAS

Pode se observar que no trecho delimitado a vegetação está mais fechada sendo notória a sua preservação, onde se pode verificar também que quanto mais o perímetro urbano foi se expandindo, mais se constata o mau uso e ocupação dessas áreas. Observando-se que a área do solo exposto se intensifica mais nas proximidades do perímetro urbano (Figura 10).

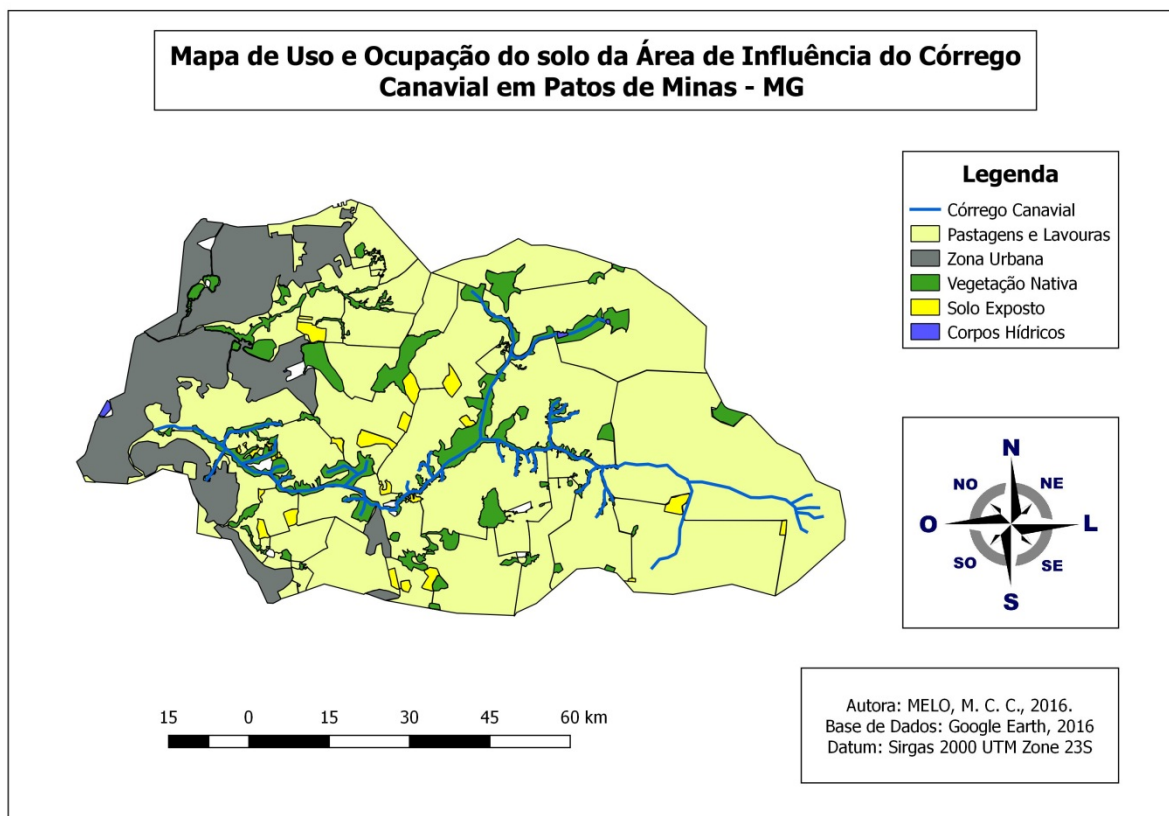


Figura 100: Mapa de uso e ocupação do solo na área de estudo do córrego Canavial.

Os principais pontos de poluição encontrados no córrego Canavial foram os laticínios, pesque-pague, bovinocultura na margem do curso d'água e lançamentos de efluente doméstico bruto (Figura 11).

Na fonte poluidora 1 tem o setor de chacreamento e um pesque-pague, na fonte 2 esta localizado um laticínio, no ponto 3 observou-se atividades bovinocultura, no ponto 4 a escola agrícola, já no ponto 5 e 6 onde se adentra a área urbana a um lançamento direto de efluentes não tratados dos bairros Céu Azul e Gramado e do condomínio Bounganville no corpo d'água devido a falta de dissipador na rede de saneamento.



Figura 111: Mapa de Localização dos Principais Pontos de Poluição no Córrego Canavial em Patos de Minas, MG, 04/08/2016.

ANÁLISE TEXTURAL

Foram realizadas análises dos sedimentos de fundo da média das amostras dos três pontos de coleta no córrego Canavial. Os resultados das porcentagens de areia, silte e argila do material sedimentar coletado. O qual possibilitou a classificação conforme os diagramas triangulares texturais do solo.

No ponto de coleta nº 01 verificou-se que o sedimento de fundo era composto por 75% Areia Total, 5% Silte e 20% de Argila. De acordo com a classificação textural da EMBRAPA (2006) este sedimento pode ser caracterizado como textura média, tendendo a solo Franco Arenoso (Figura 12).

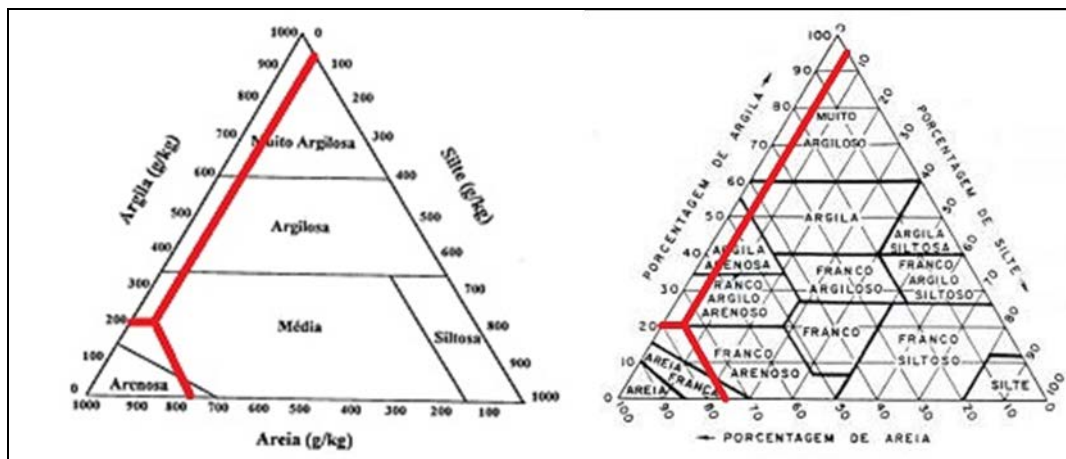


Figura 122: Classificação textural do solo no Ponto de coleta nº01 através dos diagramas triangulares, modelo Embrapa (2006) e Atterbeg.

No ponto de coleta nº 02 verificou-se que o sedimento de fundo era composto por 52,5% Areia Total, 17,5% Silte e 30% de Argila. De acordo com a classificação textural da EMBRAPA (2006) este sedimento pode ser caracterizado como textura média, tendendo a solo Franco Argilo Arenoso (Figura 13).

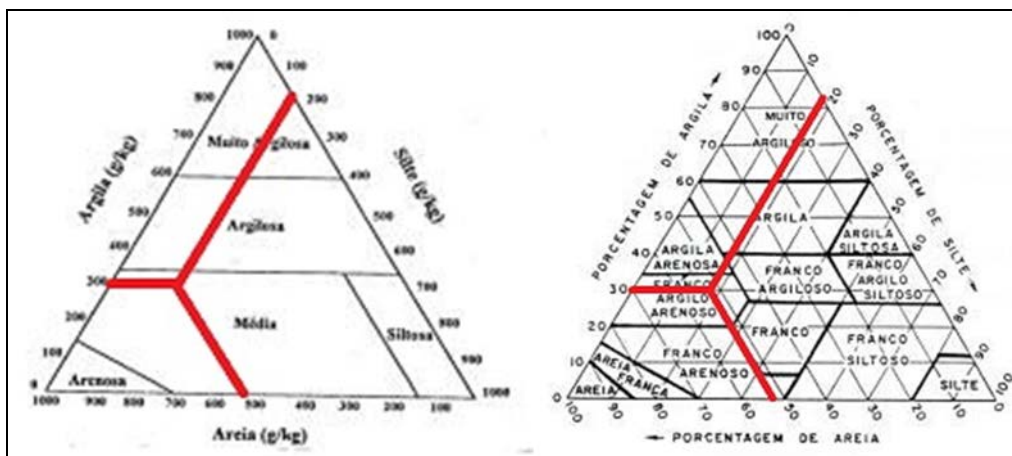


Figura 133: Classificação textural do solo no Ponto de coleta n°02 através dos diagramas triangulares, modelo Embrapa (2006) e Atterbeg.

No ponto de coleta n° 03 verificou-se que o sedimento de fundo era composto por 25% Areia Total, 32,5% Silte e 42,5% de Argila. De acordo com a classificação textural da EMBRAPA (2006) este sedimento pode ser caracterizado como textura argilosa, tendendo a um solo Argiloso (Figura 14).

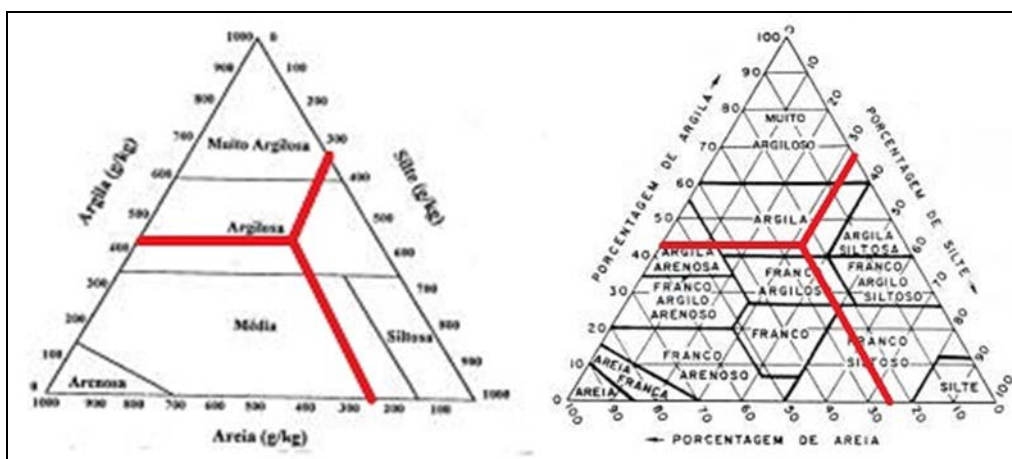


Figura 144: Classificação textural do solo no Ponto de coleta n°03 através dos diagramas triangulares, modelo Embrapa (2006) e Atterbeg.

De acordo com os resultados das amostras de sedimento de fundo coletados nos pontos 1, 2 e 3 (Figura 15), no córrego Canavial, observou-se que houve uma redução no teor de areia e um aumento nos teores de silte e argila com a aproximação das regiões mais urbanizadas ao longo do curso do córrego Canavial.

Com o processo de assoreamento do leito do córrego, as partículas de solo mais pesadas (areia) vão permanecendo mais próximas dos locais de depósito. Por outro lado, as partículas mais leves (silte e argilas) são transportadas a distâncias maiores no leito do córrego.

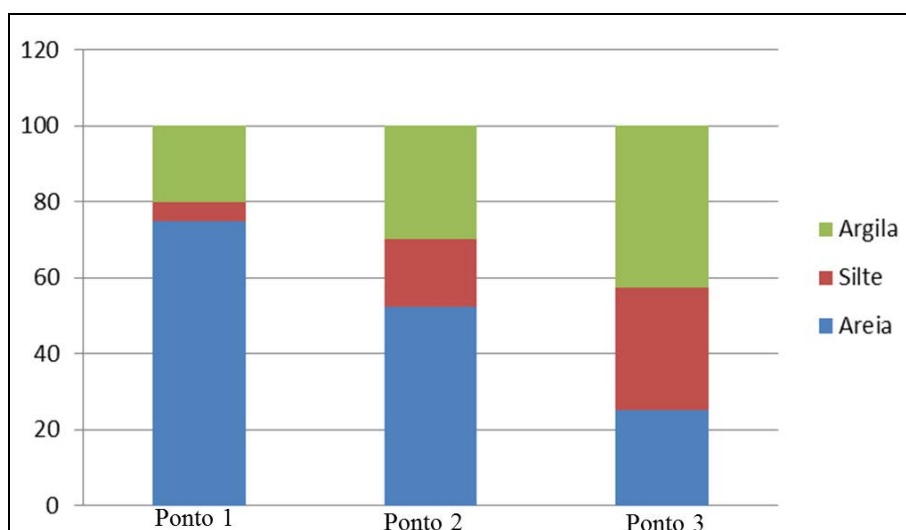


Figura 155: Textura do Solo.

AValiação dos Metais

Os resultados obtidos nas análises dos sedimentos de fundo das amostras dos três pontos coletados estão apresentados na Tabela 04.

Tabela 03: Resultados analíticos das concentrações de níquel, cádmio, cromo, chumbo e zinco obtidos em amostras do sedimento de fundo do córrego Canavial. Patos de Minas. 2016.

| Ponto | Amostra | Metais Pesados | | | | |
|-------|---------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | | Níquel (mg.dm ⁻³) | Cádmio (mg.dm ⁻³) | Cromo (mg.dm ⁻³) | Chumbo (mg.dm ⁻³) | Zinco (mg.dm ⁻³) |
| 01 | 01 | 5,33 | 0,25 | 0,91 | 2,01 | 1,30 |
| | 02 | 5,25 | 0,25 | 0,98 | 1,93 | 1,40 |
| 02 | 01 | 5,13 | 0,31 | 1,14 | 1,96 | 2,80 |
| | 02 | 4,48 | 0,28 | 1,05 | 2,11 | 2,60 |
| 03 | 01 | 4,69 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,0 |
| | 02 | 4,76 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 28,0 |

Observou-se que os valores obtidos nas análises das amostras estão abaixo dos níveis estabelecidos pela legislação como nocivos à biota (Figura 16). Sendo assim, a quantidade de metais encontrados não acarreta efeitos adversos à biota.

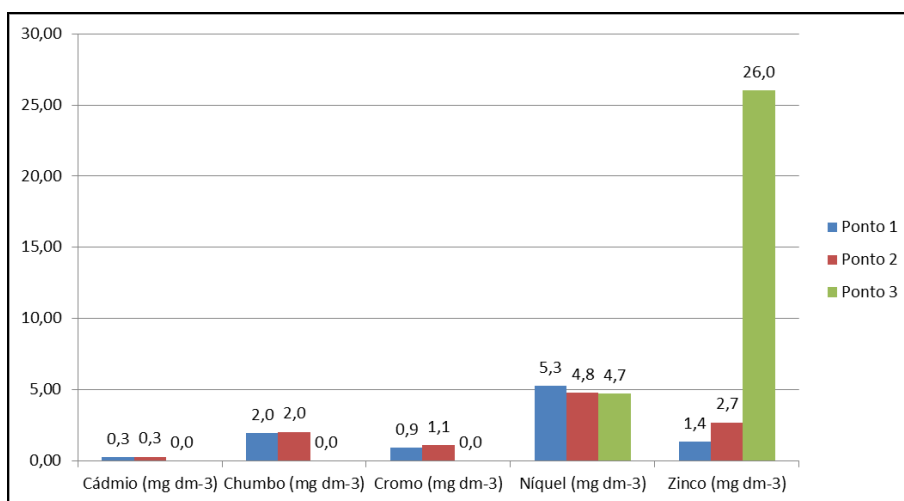


Figura 166: Níveis de metais encontrados em amostras de sedimentos de fundo do córrego Canavial de acordo com os valores orientados da Resolução 454-2012.

Apesar dos valores obtidos nas análises e em todas as amostras, estarem bem abaixo dos níveis de valores orientados que possam causar danos à biota presente nas águas do córrego, pode se observar que no ponto 1 e 2 foram os pontos que tinham a maior quantidade de metais no ambiente, exceto para o zinco. Estes valores nos ponto 1 e 2 podem estar correlacionados com a composição da rocha formadora do solo no local.

Devido aos processos de intemperismos e exposição e uso do solo com pastagens e lavouras, sedimentos podem estar sendo carregados para o leito do córrego. Portanto, os valores observados nos resultados das análises podem refletir a ação antrópica promovendo assoreamento do córrego.

No ponto 2, além do carregamento de partículas e assoreamento do córrego, observa-se influência do setor industrial. O córrego recebe a descarga de um pesque-pague e de Laticínios. De acordo com os resultados das análises, houve uma pequena elevação na média dos teores de cádmio, cromo, chumbo e zinco (Tabela 03).

De acordo com os resultados das análises das amostras do Ponto 3, observou-se ausência dos elementos cádmio, cromo e chumbo, enquanto que para o elemento zinco ocorreu uma elevação de aproximadamente dez vezes em relação aos valores encontrados nos pontos 1 e 2.

O elemento níquel manteve valores relativamente próximos nos pontos 1, 2 e 3 (Tabela 03). De acordo com os resultados das análises e com as observações de ocupação do solo ao longo dos pontos 1, 2 e 3 podemos fazer algumas inferências: Ficou claro que todos os elementos analisados estão com valores abaixo dos valores orientadores considerados como agressivos à biota do córrego; a partir do ponto 3, observa-se que o leito do córrego encontra-se menos afetado por assoreamento e, conseqüentemente, menor carregamento de partículas minerais para o seu leito.

Esse fator pode ter promovido uma diluição dos teores dos elementos encontrados nos pontos 1 e 2, exceto para o níquel e zinco. Especificamente para o zinco, com elevação significativa dos teores no ponto 3, deve ser melhor investigado a possibilidade de alguma descarga entre os pontos 2 e 3 estar acarretando esse aumento significativo nos seus teores.

Outro fator que pode concorrer para a redução nos teores de cádmio, cromo e chumbo e a elevação nos teores de material orgânico nas amostras do ponto 3. Segundo Santos (2007) elevada carga orgânica pode elevar a adsorção de metais.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados das análises, observou-se que as concentrações de níquel, cádmio, cromo, chumbo e zinco encontrados nas amostras dos pontos 1, 2 e 3 estão abaixo dos valores estabelecidos pela Resolução Conama 454/2012.

Apesar das baixas concentrações encontradas nas análises, sugerimos o monitoramento constante, principalmente em relação ao elemento zinco, onde observou-se elevação significativa na sua concentração a partir do ponto 2.

Constatou-se que ao longo de todo o trecho que foi verificado, que há varias fontes poluidoras, observando que na fonte 1 e 2 se localiza o setor industrial, na fonte 3 e 4 as atividades mais desenvolvidas são a de bovinocultura e no ponto 5 e 6 esta localizando a área urbana onde abrange alguns bairros que tem o lançamento bruto de efluentes no córrego Canavial.

Devido o assoreamento no ponto 1 e 2 o sedimento tendeu a uma textura arenosa, já no ponto 3 onde havia uma quantidade orgânica mais significativa no sedimento tendeu a uma textura mais argilosa.

No mapa de uso e ocupação do solo, pode-se verificar que a área verde nativa no ponto 1 está mais conservada, no ponto 2 a uma predominância na área de pastagem e lavoura e o solo exposto tem mais fragmentos, o ponto 3 já se situa na área urbana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N° 357, de 17 de Março de 2005**
2. COTTA, J. A. O.; REZENDE, M. O. O.; Piovani, M. R. Avaliação do Teor de Metais em Sedimento do Rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - Petar, São Paulo, Brasil. **Química Nova**. São Carlos. Vol. 29, N°. 1, 40-45, 2006
3. CRUVINEL, P. B.; ROSOLEN, V. Avaliação da Contaminação Química de Sedimentos no Córrego Liso (Uberlândia, MG): Subsídios para Estudos de Qualidade Ambiental. **Horizonte Científico**. Vol. 5, N°. 2, 2011.
4. SANTOS, A. D. et al. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. 2. ed., Brasília/DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009. p 627.
5. MORTATTI, J.; **Distribuição de Metais Pesados nos Sedimentos de Fundo ao Longo da Bacia do Rio Tietê**. Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 10, n. 2, p. 3-11, julho 2010
6. RIBEIRO, E.V. et al. Metais Pesados e Qualidade da Água do Rio São Francisco no Segmento entre Três Marias e Pirapora - MG: Índice de Contaminação. **Geonomos**. Belo Horizonte. Vol. 20, N°. 1, 49-63, 2012.
7. SAMPAIO, S. C. A.; **Metais Pesados na Água e Sedimentos dos Rios da Bacia do Alto Paraguai**. UFMS Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dezembro de 2003. Dissertação de Pós Graduação - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2003.
8. Sistema Brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, Brasília DF, 2006. p 251
9. POPP, H. J. **Geologia Geral**. 6. Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2010. 309 p