

*Análise da paisagem da Bacia do rio Corrente-  
GO: contribuições antrópicas e naturais na  
distribuição geoquímica dos elementos na água e  
no sedimento*

*Analysis of landscape Corrente River-GO: anthropic and  
natural contributions on geochemical distribution of elements  
in water and sediment*

*Análisis del paisaje del Río Corrente-GO: contribuciones  
antropogénicas y naturales en la distribución geoquímica de  
elementos en agua y sedimentos*

Flávio Fernandes Faleiro,  
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
flavio.faleiro@cprm.gov.br

Cláudia Valéria de Lima  
Universidade Federal de Goiás  
claudlima@gmail.com

Fernanda Gonçalves da Cunha  
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
fernanda.cunha@cprm.gov.br

---

**Resumo**

Tendo como pressuposto a estreita relação dos componentes naturais e antrópicos na configuração da paisagem o presente trabalho teve como objetivo geral analisar o comportamento geoquímico de elementos químicos na água e sedimentos da bacia do rio Corrente, localizada na região sudoeste do Estado de Goiás. Buscou-se identificar as possíveis relações entre a distribuição dos elementos químicos e a paisagem. Para tanto teve como objetivos específicos: (a) analisar a dispersão e concentração de elementos químicos nos sedimentos de corrente e na água, tendo como parâmetro referencial os valores máximos permitidos pelas legislações brasileiras; (b) analisar a influência natural e antrópica na distribuição de elementos ao longo da bacia. Foram encontrados valores acima do recomendado pela legislação nos elementos: Alumínio (Al), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Níquel (Ni) e Chumbo (Pb), em amostras de água; Cromo (Cr), Cobre (Cu), Níquel (Ni) e Chumbo (Pb) em amostras de sedimento. No geral os resultados mostraram que a dispersão de elementos teve como principal

contribuição o substrato rochoso, porém a proximidade de pontos de amostragem que apresentaram resultados preocupantes com áreas que são intensamente utilizadas por atividades agrossilvopastoris sugere que a origem dos elementos analisados pode ser de tais atividades.

**Palavras-chave:** Paisagem, Geoquímica, Ambiente.

---

#### **Abstract**

Based on the assumption of the close relationship of natural and anthropogenic landscape configuration the present work aimed to analyze the geochemical behavior of chemicals in water and sediment in the basin of Corrente river, located in the southwestern region of the state of Goiás. It seek to identify possible relationships between the distribution of chemical elements and landscape. For this had specific objectives: (a) analyzing the dispersion and concentration of chemical elements in current sediments and water, having as parameter reference the maximum allowed by the Brazilian legislation, (b) analyze the natural and anthropogenic influences on the distribution of elements along the basin. The values founded were over than the recommended legislation by the elements: aluminum (Al), chromium (Cr), iron (Fe), Nickel (Ni) and Lead (Pb) in water samples; Chromium (Cr), copper (Cu), Nickel (Ni) and lead (Pb) ions in the sediment. Overall the results show that the elements scatter has as the main contribution bedrock but the proximity of sampling points showed worrying results with areas of concern are intensively used by agrossilvopastoris activity suggests that the origin of the analyzed elements may be of such activities.

**Keywords:** Landscape, Geochemistry, Environmental.

---

#### **Resumen**

Partiendo de la hipótesis de la estrecha relación de los componentes naturales y antropogénico en la configuración del paisaje, el presente trabajo tuvo como objetivo analizar el comportamiento geoquímico de los elementos químicos en el agua y sus sedimentos en la cuenca del río Corrente, que se encuentra en la región suroeste del estado de Goiás. Se buscó identificar las posibles relaciones entre la distribución de los elementos químicos y el paisaje. Para tanto tubo como objetivos específicos: (a) analizar la dispersión y concentración de elementos químicos en los sedimentos fluviales y agua, teniendo como referencia el parámetro máximo permitido por la legislación brasileña, (b) analizar las influencias naturales y antropogénicas sobre la distribución de elementos a lo largo de la cuenca. Los valores estaban por encima de la legislación recomendada en los siguientes elementos: Aluminio (Al), Cromo (Cr), Hierro (Fe), Níquel (Ni) y Plomo (Pb) en las muestras de agua; Cromo (Cr), Cobre (Cu), Níquel (Ni) y Plomo (Pb) en el sedimento. En general, los resultados muestran que la dispersión de elementos tuvo como principal contribución el sustrato rocoso (lecho de roca), pero la proximidad de los puntos de muestreo que presentaron resultados preocupantes, con áreas que son intensamente utilizadas por actividades agrossilvopastoris, sugiere que el origen de los elementos analizados puede ser de dichas actividades.

**Palabras clave:** Paisaje, Geoquímica, Medio Ambiente.

---

## **Introdução**

A Geoquímica Ambiental, enquanto técnica de caracterização e/ou monitoramento dos elementos químicos na paisagem, utiliza materiais geológicos (sedimentos, solos e água) como meios de amostragem.

---

As amostras de sedimento, também denominadas de sedimento de corrente ou sedimento de fundo, são amostras do fundo de um canal de drenagem que refletem o quimismo de toda a bacia hidrográfica sendo, portanto, um meio adequado e muito utilizado em levantamentos regionais. O sedimento é produto resultante da interação de todas as características ambientais da área-fonte (geologia, pedologia, topografia, hidrografia, clima, cobertura vegetal etc) (LICHT, 2001).

A água superficial é o somatório das porções de água pluvial de escoamento superficial e de águas de subsuperfície que afloram em nascentes. “Além da fase líquida, uma amostra de água natural de um canal de drenagem superficial é composta também de diversas fases mineralógicas em solução e/ou suspensão e de uma carga iônica, contendo a assinatura geoquímica característica dos materiais por onde essas águas percolaram.” (IBIDEM, p.21).

Licht (2001) considera que o ambiente geoquímico reflete em primeiro lugar o controle exercido pelos processos naturais (geologia, pedologia, climatologia, biologia). Superpondo a esses processos, destaca-se o homem que, em suas ações, possibilita a promoção de mudanças no ambiente geoquímico a partir de concentrações urbanas, atividades agrícolas e industriais. O autor destaca a geoquímica multielementar como importante instrumento na investigação da relação geográfica da distribuição dos elementos químicos e as paisagens naturais e antrópicas.

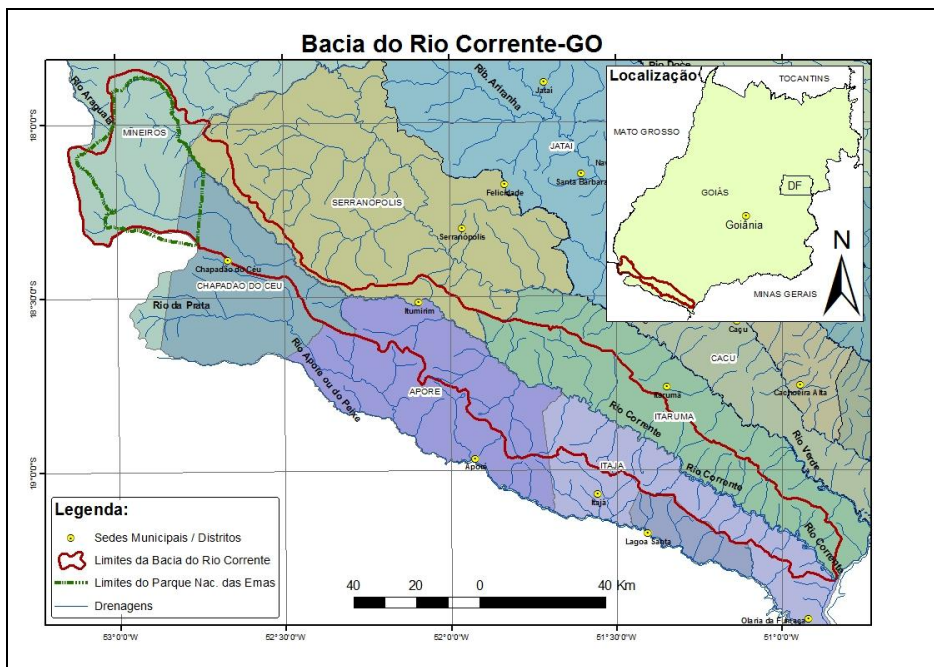
A contaminação de recursos hídricos por elementos químicos, com consequências para o equilíbrio ambiental e saúde humana, tem sido um problema contemporâneo comum que tem despertado atenção de pesquisadores, governo e sociedade civil (Cortecchi, 2010).

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve por objetivo analisar o comportamento geoquímico de elementos químicos na água, sedimentos e solos, e identificar as possíveis relações entre a distribuição dos elementos químicos e a paisagem, tendo como recorte espacial a bacia do rio Corrente, localizada no Sudoeste do estado de Goiás.

## **Material e métodos**

### ***Área em estudo***

A área delimitada para este estudo é a bacia do rio Corrente, localizada no Sudoeste do estado de Goiás, abrangendo os limites do Parque Nacional das Emas (PNE) que representa a maior unidade de conservação do cerrado no Brasil, dentro dos municípios de Mineiros e Chapadão do Céu, além dos municípios de Serranópolis, Aporé, Itarumã e Itajá. (Figura 1)



**Figura 1 -** Mapa de Localização da bacia do rio Corrente – GO

A bacia do rio Corrente drena áreas onde predomina a agricultura como principal uso de solo. Em sua seção superior, drena áreas úmidas relativamente bem preservadas e, à jusante, drena áreas mais fragmentadas e com um uso do solo mais intenso pela agricultura e pecuária. A bacia do rio Corrente abrange uma área de 7.190,235 km<sup>2</sup>, integrando a bacia do rio Paranaíba que, por sua vez, pertence a bacia do rio Paraná.

Considerando os componentes naturais, Ross (2006) sintetiza a região em que se insere a bacia do rio Corrente como um sistema ambiental natural fortemente transformado pela atividade humana. Segundo o autor, esse sistema compreende os Domínios de Cerrados das bacias sedimentares do Paraná onde:

(...) prevalecem as rochas de arenitos de diferentes calibres, com presença de rochas carbonáticas em alguns estratos sedimentares e ocorrência de sedimentos argilosos inconsolidados nas superfícies planas de topos contornando as bordas das bacias sedimentares, configurando os relevos e chapadas. As formas de relevo predominante são as colinas amplas com vertentes pouco inclinadas e baixa densidade de drenagem, onde se desenvolvem solos profundos e bem drenados, como os latossolos vermelhos e vermelho-amarelos quase sempre de textura arenosa a areno-argilosa. Sob influências das massas de ar tropicais continentais, prevalecem as temperaturas elevadas cujas médias das máximas oscilam

entre 30°C e 32°C, e a média das mínimas entre 10°C e 12°C. Ocorre duas estações bem definidas, sendo uma muito chuvosa no verão e outra bastante seca no inverno, ou seja entre maio e setembro. Os índices pluviométricos variam entre 1.500 a 1.800 mm/ano, sendo que 80% das chuvas ocorrem entre novembro e março. Nos últimos quarenta anos mais de 70% das áreas de cerrados foram convertidas em campos agrícolas com cultivo de grãos e fibras e principalmente com pastagens plantadas com capim *bracchiária*. (ROSS, 2006, p. 95)

### **Operacionalização**

A metodologia de coleta e amostragem seguiu orientações do Manual Técnico PGAGEM – Brasil (LINS et al., 2003) e orientações indicadas pela CPRM na execução do Projeto Levantamento Geoquímico Multiuso.

O trabalho de coleta de amostras foi realizado no período de março e abril de 2012, sendo coletadas 34 amostras de água e 33 de sedimento.

Em cada local de coleta de amostras de água foram medidos os parâmetros físico-químicos da água (pH, OD, condutividade e temperatura), tendo sido utilizado um aparelho multimetedor Oakton WP 600. Foram coletadas duas alíquotas de água em cada ponto de amostragem, uma para análise dos cátions por ICP-OES e outra para análise dos ânions por cromatografia iônica, utilizando-se tubos para centrifuga de 50ml, seringas sem agulha e unidades filtrantes de 0,45µm;

As amostras de sedimento foram coletadas na calha da drenagem, na zona de deposição de finos (locais de baixa energia hidráulica); cada amostra foi coletada de forma composta, isto é, coletada em cinco locais afastados entre si em cerca de 5 metros; o material foi peneirado em campo na fração 20#, utilizando-se peneiras de nylon; as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados sequencialmente e devidamente lacrados e encaminhadas ao laboratório para análises por ICP-MS.

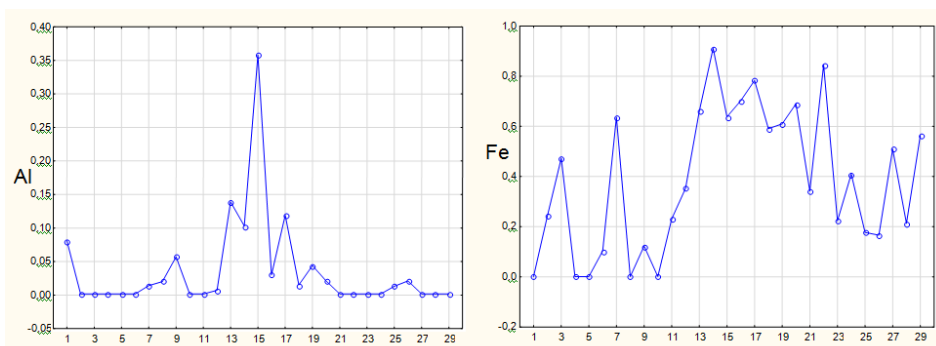
Os dados adquiridos através das análises químicas realizadas foram organizados em planilhas do Excel, com a indicação dos valores de referência estipulados pela legislação brasileira e destaque dos resultados acima dos estipulados pela legislação.

### **Resultados e discussões**

Em relação à presença de cátions e ânions nas águas, verificou-se que a maioria dos elementos apresentaram concentrações abaixo do limite de detecção do equipamento e abaixo das legislações ambientais.

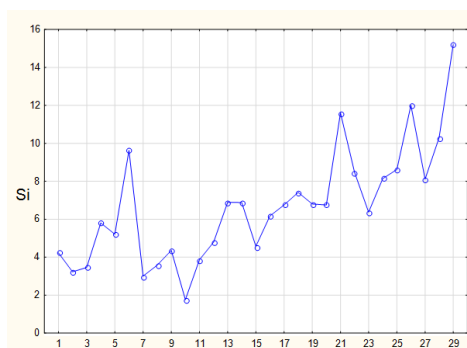
Os resultados das amostras de água foram analisados tendo como referência a Resolução do CONAMA 357/2005 e a portaria do Ministério da Saúde 2914/2011.

Conforme o observado, as concentrações dos metais maiores como Alumínio (Al) e Ferro (Fe) apresentaram resultados acima dos valores permitidos pela legislação em alguns pontos de amostragem de água. (Figura 2). Esses elementos são geogênicos, ou seja, de ocorrência natural na bacia. Os resultados, portanto, apresentam valores que representam a constituição geológica das rochas encontradas na área de estudo. A bacia do rio Corrente possui solos tipo Latossolos Vermelho, rico nestes constituintes.



**Figura 2** – Distribuição geoquímica dos elementos Al e Fe nas amostras de água da bacia do rio Corrente.

Embora não tenha um valor máximo permitido estabelecido pela legislação, o Silício (Si), também geogênico, apresenta uma tendência de distribuição cumulativa ao longo da bacia (Figura 3).



**Figura 3** – Distribuição geoquímica do elemento Si nas amostras de água da bacia do rio Corrente.

O valor de referência da Resolução do CONAMA 357/2005 para o elemento Níquel (Ni) foi atingido em dois pontos de amostragem. Para esse elemento podemos atribuir a origem natural proveniente do Grupo São Bento, Formação Serra Geral que é constituído de rochas básicas, em geral ricas nesses elementos.

O Níquel é utilizado principalmente na fabricação de aço inoxidável e como catalisador em algumas reações de hidrogenação, como na fabricação da margarina e manteiga a partir de gorduras líquidas. Também é usado na produção de ligas, baterias alcalinas, moedas, pigmentos inorgânicos, próteses clínicas e dentárias. O Níquel atinge a hidrosfera por remoção a partir da atmosfera (deposição seca e úmida), erosão de solos e rochas, lixo municipal e efluentes industriais. (CETESB, 2012)

O ponto de amostragem 24, em área de canavial e pastagem em solos arenosos, apresentou resultado acima do permitido para o elemento Chumbo (Pb). O valor permitido para este elemento é 0,01 mg/l; o valor encontrado indica um aumento de 260%. O resultado em área agrícola possivelmente tem a contribuição das técnicas utilizadas por esta atividade. É comum o uso de inseticidas que contenham compostos de chumbo em sua composição. O uso de fertilizantes fosfatados também pode contribuir para o aumento desse elemento, uma vez que, no geral, rochas fosfáticas apresentam impurezas como Cd e Pb.

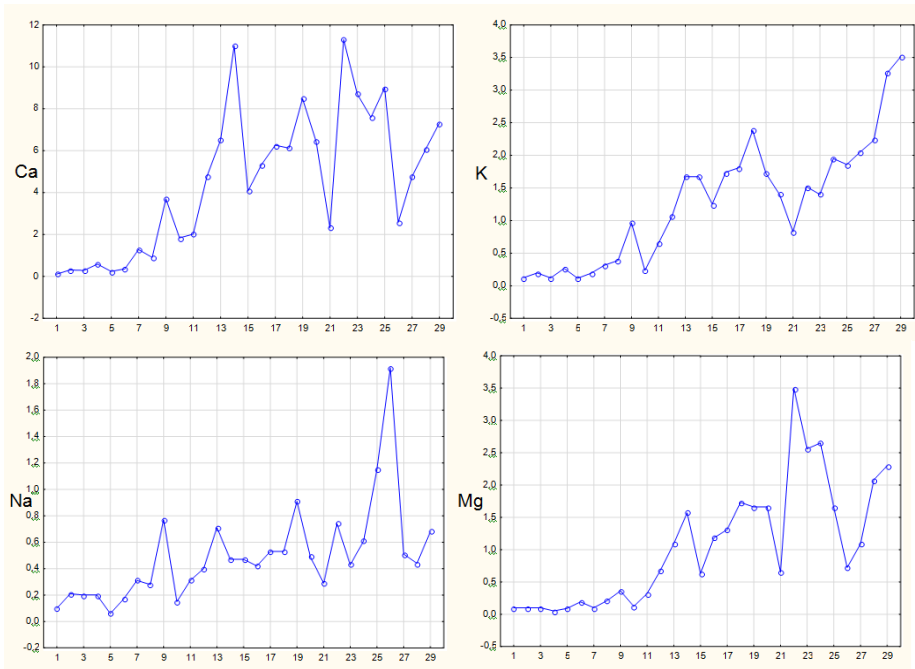
Cerca de 40% do Chumbo é usado como metal, 25% em ligas e 35% em compostos químicos (CETESB, 2012).

Segundo Prada e Oliveira, (2010) acetato de chumbo são utilizados em inseticidas, impermeabilizantes, verniz e pigmentos.

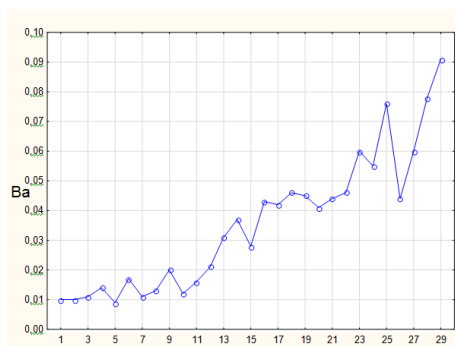
Na análise dos resultados de água cabe destacar os elementos (Ca), (K), (Mg) e (Na) que, além da contribuição geogênica, pode ter sua origem no uso do solo da bacia.

Conforme observado no gráfico de distribuição (Figura 4), há um incremento de valores destes elementos de montante a jusante, que corresponde das áreas mais preservadas as mais utilizadas pela agricultura e pecuária.

Resultado semelhante é observado também na distribuição geoquímica do Bário ao longo da bacia do rio Corrente (Figura 5) que há uma tendência de acúmulo crescente deste elemento das nascentes à foz do rio, podendo haver uma contribuição antrópica de usos de defensivos em atividades agrícolas que se concentram à jusante das nascentes, além da contribuição geogênica esperada.



**Figura 4 –** Distribuição geoquímica dos elementos Ca, K, Na e Mg em amostras de água da bacia do rio Corrente.



**Figura 5 –** Distribuição geoquímica do elemento Ba em amostras de água da bacia do rio Corrente.

Atualmente a correção do solo é realizada com uso de calcário, seja ele dolomítico, calcítico ou magnésiano. Recentemente os silicatos de cálcio e magnésio são utilizados como corretivos de solo, aumentando a produtividade das culturas (PEREIRA, 2004).



No Brasil, a agricultura é praticada predominantemente em solos em que se encontram parte em estado degradado e, também, em outros casos, em estágio avançado de alteração intempérica, com predominância de óxidos de ferro e alumínio. A maioria desses solos é ácida, pobres em nutrientes minerais (P, K, Ca, Mg) e de permeabilidade elevada. Para alcançar patamares de produção e produtividade, milhares de toneladas de fertilizantes industriais de alta solubilidade são aplicadas anualmente aos solos brasileiros (DNPM, 2001).

Sabendo que a bacia do rio Corrente sofre grande interferência de atividades agrícolas, que utilizam regularmente destas substâncias em fertilizantes e processos de calagem, podemos atribuir aos resultados dos elementos Ca, K, Mg em amostras de água a tais práticas.

O Bário é um elemento raro nas águas naturais, em teores de 0,0007 a 0,9 mg/l. As principais fontes naturais são: intemperismo e erosão de depósitos naturais, normalmente veios, onde ocorre na forma de barita (Ba SO<sub>4</sub>), ou feldspatos ricos em Ba. Entre as atividades humanas que introduzem Bário no meio ambiente, podemos citar: Perfuração de poços, onde é empregado em lamas de perfuração; produção de pigmentos, fogos de artifício, vidros e defensivos agrícolas. (Zimbres, 2002).

Em relação aos elementos químicos nos sedimentos, verificou-se que grande parte dos elementos presentes apresentaram concentrações abaixo do limite de detecção do equipamento e que a maioria dos elementos apresentaram concentrações abaixo da legislação ambiental.

Os resultados das amostras de sedimento de corrente foram analisados tendo como referência a Resolução do CONAMA 344/2004. Com base na referida legislação, foram observados valores acima do limiar estabelecido para os elementos Cromo (Cr), Cobre (Cu), Níquel (Ni) e Chumbo (Pb).

O ponto de amostragem 3.1 e 4.1 com predomínio de terras agrícolas e pastagens apresentaram, respectivamente, os resultados de 71 e 186 ppm de Cromo (Cr), enquanto que o valor estabelecido pelo CONAMA (2004) para esse elemento é de 37,3 ppm. Valores acima do CONAMA, também, foram encontrados no ponto 19 (40 ppm) em um ambiente de coleta com predomínio de mata de galeria e veredas, e no ponto 10, (55ppm) em área com veredas fragmentadas por pastagens, silvicultura a montante e plantação de soja a jusante.

A estes resultados podem ser atribuídos além da contribuição natural, a contribuição antrópica proveniente de atividades industriais e o uso agrícola de fungicidas. De acordo com Moraes (2010), a intensa utilização de agroquímicos contendo anidrito crômico, ácido crômico, óxido crômico e trióxido de cromo; utilizados no plantio de grãos, podem contribuir para a presença de tal metal.

A indústria metalúrgica consome 85% da produção mundial de cromo, sendo utilizado principalmente para a produção de ligas de ferro-cromo; com

menor destaque, está o uso na indústria química, cujo consumo atinge 8% da produção mundial de cromita, sendo utilizado na manufatura de pigmentos, no curtimento de couros e peles, na indústria de tecidos e na eletroplastia. Compostos de Cromo são também usados em fungicidas e em diversos processos químicos industriais (DNPM, 2001).

Os valores encontrados para o elemento Cobre (Cu), que é um elemento geogênico da bacia, também são elevados. No ponto de amostragem 10 foi encontrado um ambiente com predomínio de silvicultura, cultivo de soja e pastagem e um resultado de 173,8 ppm de Cobre. Em dois outros pontos os resultados também foram acima dos 35,7 ppm permitidos pela legislação. O ponto 3.1 apresentou 41,9 ppm e o ponto 4 apresentou resultado de 46 ppm, estando ambos em áreas com predomínio de agricultura e pastagem.

O valor de referência da Resolução do CONAMA para o elemento Níquel (Ni) em sedimentos é de 18 ppm, os pontos de amostragem 3.1 e 10 superam esse limiar, apresentando, respectivamente, resultados de 21,4 e 24,2 ppm. O Níquel também é um constituinte natural na bacia.

O ponto de amostragem 3.1 também apresentou resultado alarmante para concentração de Chumbo (Pb). Foi encontrado o valor de 186,3 ppm e a legislação atribui como valor máximo permitido 35 ppm.

Ramalho et al. (2000), afirma que a aplicação de agroquímicos aos solos e culturas podem causar degradação química a partir do acúmulo de elementos e/ou compostos tóxicos em níveis indesejáveis. Segundo ele, os metais fazem parte dos componentes ativos de vários agrotóxicos, destacando sais de Zinco, Arsenatos de Cobre e de Chumbo, além de compostos organo-metálicos. Cabe ainda ressaltar que fertilizantes e corretivos de solos também podem ter impurezas, sendo comum ocorrer Chumbo associado aos fosfatos e calcários.

Os resultados obtidos na matriz de correlação das análises químicas das amostras de água estão dispostos na Tabela 1, ordenados de forma a mostrar apenas as correlações com significância  $p < 0,05$  com destaque para as fortes correlações ( $0,8 \leq R \leq 1$ ), em negrito e as correlações medianas ( $0,6 \leq R \leq 0,8$ ), destacadas sublinhadamente.

Os principais cátions presentes nas águas do rio Corrente, são: Si, Ca, K, seguidos de Mg, Na e Fe. Estes cátions apresentam fortes correlações positivas entre si, indicando provavelmente uma mesma fonte, que deve ser a geologia da região.

Foram estabelecidas as seguintes associações geoquímicas mais significativas para as amostras de água: Ba-Ca-K-Mg-Si e Fe-Ca-K-Mg – que refletem a geologia da bacia (contribuição geogênica); são elementos móveis, transportados em solução, resultante do intemperismo das rochas. A associação Ba-

Ca-Mg refletem a contribuição de calcários que pode ser da formação Marília ou do uso agrícola, Mg-Si, que provém de formações de areias impuras.

**Tabela 1 – Matriz de correlação – resultados de água.**

	Ba	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si
Ba	<b>1,00</b>							
Ca	<u>0,72</u>	<b>1,00</b>						
Fe	-	<u>0,64</u>	<b>1,00</b>					
K	<b>0,91</b>	<u>0,71</u>	-	<b>1,00</b>				
Mg	<u>0,79</u>	<b>0,90</b>	0,52	<u>0,74</u>	<b>1,00</b>			
Mn	-	0,52	-	-	0,57	<b>1,00</b>		
Na	0,50	-	-	0,55	-	-	<b>1,00</b>	
Si	<u>0,78</u>	-	-	<u>0,71</u>	0,54	-	0,51	<b>1,00</b>

Os resultados obtidos na matriz de correlação das análises químicas das amostras de sedimento estão dispostos na Tabela 2, ordenados de forma a mostrar apenas as correlações com significância  $p < 0,05$ , com destaque para as fortes correlações ( $0,8 \leq R \leq 1$ ), em negrito e as correlações medianas ( $0,6 \leq R \leq 0,8$ ), sublinhadas.

Foram estabelecidas as seguintes associações geoquímicas mais significativas para as amostras de sedimento:

Ba-Ca-Mn-Sr – associação comum em rochas de composição calcárias – reflete a contribuição da formação Marília e/ou a influência de processos de calagem na agricultura.

Ce-La-Th-U-Y – associação típica de rochas alcalinas ou granitoides;

Co-Cr-Ni-Fe-V – reflete rochas ricas em minerais máficos (rochas máficas e ultramáficas) – tais como os basaltos e riolitos presentes na litologia da formação Serra Geral; Também foram encontradas associações de: Al-Ga-Hf-Sc-Zr que possuem afinidades geoquímicas com rochas de características ácidas.

Na matriz de correlação observa-se que as razões mais significativas ocorrem entre: Al e Ga (0,95), V e Cu (0,95), Fe e V (0,95) e Ga e Sc (0,96), razões estas que estão associadas à geologia da bacia.

**Tabela 2 – Matriz de correlação – resultados de sedimento.**

	Ag	Al	Ba	Ca	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	Hf	La	Mn
Ag	<b>1,00</b>													
Al	-	<b>1,00</b>												
Ba	-	-	<b>1,00</b>											
Ca	-	-	<u>0,71</u>	<b>1,00</b>										
Ce	-	<u>0,77</u>	<u>0,61</u>	-	<b>1,00</b>									
Co	-	<u>0,69</u>	0,51	-	0,52	<b>1,00</b>								
Cr	-	-	0,54	-	-	<u>0,75</u>	<b>1,00</b>							
Cs	-	-	-	-	-	-	-	<b>1,00</b>						
Cu	-	<u>0,72</u>	-	-	-	<b>0,92</b>	<u>0,64</u>	-	<b>1,00</b>					
Fe	-	<u>0,75</u>	-	-	0,52	<b>0,94</b>	<u>0,71</u>	-	<b>0,92</b>	<b>1,00</b>				
Ga	-	<b>0,95</b>	-	-	<u>0,74</u>	<u>0,78</u>	-	-	<b>0,84</b>	<b>0,85</b>	<b>1,00</b>			
Hf	-	<u>0,79</u>	0,50	-	<u>0,67</u>	<b>0,83</b>	<u>0,67</u>	-	<u>0,72</u>	<b>0,85</b>	<u>0,79</u>	<b>1,00</b>		
La	-	<u>0,65</u>	-	-	<b>0,87</b>	-	-	0,56	-	-	0,55	-	<b>1,00</b>	
M	-	0,52	<u>0,77</u>	0,50	0,55	<b>0,84</b>	<u>0,65</u>	-	<u>0,64</u>	<b>0,81</b>	<u>0,60</u>	<b>0,80</b>	-	<b>1,00</b>
M	0,52	0,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,66</u>	-
Ni	-	<u>0,79</u>	0,50	-	<u>0,62</u>	<b>0,94</b>	<b>0,84</b>	-	<b>0,88</b>	<b>0,92</b>	<b>0,83</b>	<b>0,88</b>	-	<u>0,79</u>
Pb	-	0,54	-	-	0,51	-	-	-	-	-	-	-	0,54	-
Rb	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,74</u>	-	-	-	-	-	-
Sc	-	<b>0,93</b>	-	-	<b>0,85</b>	<u>0,74</u>	-	-	<u>0,74</u>	<b>0,80</b>	<b>0,96</b>	<b>0,82</b>	<u>0,63</u>	<u>0,64</u>
Sn	<u>0,63</u>	-	-	-	-	-	0,52	-	-	-	-	-	-	-
Sr	-	-	<b>0,94</b>	<u>0,79</u>	0,55	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>0,62</u>
Th	-	<u>0,69</u>	-	-	<u>0,79</u>	-	-	-	-	-	<u>0,66</u>	<u>0,65</u>	<b>0,80</b>	0,54
Ti	-	<u>0,73</u>	-	-	0,59	<u>0,79</u>	0,59	-	<u>0,74</u>	<b>0,83</b>	<u>0,79</u>	<b>0,94</b>	-	<u>0,77</u>
Tl	<u>0,60</u>	-	-	-	-	-	-	<u>0,70</u>	-	-	-	-	-	-
U	-	<b>0,85</b>	-	-	<b>0,91</b>	0,52	0,50	-	-	0,55	<u>0,79</u>	<u>0,72</u>	<b>0,87</b>	0,51
V	-	<u>0,69</u>	-	-	-	<b>0,93</b>	0,59	-	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>	<b>0,84</b>	<b>0,80</b>	-	<u>0,74</u>
Y	-	<u>0,76</u>	-	-	<b>0,83</b>	-	-	-	-	-	<u>0,71</u>	-	<b>0,91</b>	-
Zr	-	<b>0,83</b>	0,50	-	<u>0,71</u>	<u>0,78</u>	<u>0,64</u>	-	<u>0,65</u>	<b>0,81</b>	<u>0,79</u>	<b>0,93</b>	-	<u>0,72</u>

**Tabela 2 – Matriz de correlação – resultados de sedimento (Cont.).**

	Mo	Ni	Pb	Rb	Sc	Sn	Sr	Th	Ti	Tl	U	V	Y	Zr
M	<b>1,00</b>													
Ni	-	<b>1,0</b>												
Pb	0,53	-	<b>1,00</b>											
Rb	-	-	-	<b>1,00</b>										
Sc	-	<u>0,7</u>	0,51	-	<b>1,00</b>									
Sn	-	0,5	-	-	-	<b>1,00</b>								
Sr	-	-	-	-	-	-	<b>1,00</b>							
Th	0,56	0,5	-	-	<u>0,74</u>	-	-	<b>1,00</b>						
Ti	-	<b>0,8</b>	-	-	<b>0,80</b>	-	-	<u>0,65</u>	<b>1,00</b>					
Tl	0,52	-	-	<u>0,65</u>	-	-	-	-	-	<b>1,00</b>				
U	0,58	<u>0,6</u>	<u>0,64</u>	-	<b>0,87</b>	-	-	<u>0,79</u>	<u>0,65</u>	-	<b>1,00</b>			
V	-	<b>0,8</b>	-	-	<u>0,78</u>	-	-	-	<b>0,83</b>	-	-	<b>1,00</b>		
Y	0,58	-	<u>0,66</u>	-	<u>0,75</u>	-	-	<b>0,80</b>	-	-	<b>0,88</b>	-	<b>1,0</b>	
Zr	-	<b>0,8</b>	-	-	<b>0,82</b>	-	-	0,57	<b>0,81</b>	-	<u>0,71</u>	<u>0,70</u>	-	<b>1,00</b>

## Considerações finais

Os teores de metais pesados encontrados na bacia estudada demanda atenção tendo em vista que boa parte deles superam os limites de prevenção estabelecidos pela resolução do CONAMA. Foram encontrados valores acima do recomendado pela legislação nos elementos: Alumínio (Al), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Níquel (Ni) e Chumbo (Pb), em amostras de água; Cromo (Cr), Cobre (Cu), Níquel (Ni) e Chumbo (Pb) em amostras de sedimento.

No geral os resultados mostraram que a dispersão de elementos tem como principal contribuição o substrato rochoso. Porém a proximidade de pontos de amostragem que apresentaram resultados preocupantes com áreas que são intensamente utilizadas por atividades agrossilvopastoris sugere que a origem dos elementos analisados pode ser de tais atividades.

O levantamento geoquímico é um importante estudo na caracterização da qualidade ambiental de uma bacia. As concentrações dos elementos químicos em amostras de solos, de águas fluviais e de sedimentos ativos de corrente, indicaram variações naturais ou antrópicas, cujos resultados podem ser aplicados como ferramentas para o planejamento de ações de saneamento, saúde pública e diagnóstico ambiental das atividades agropecuárias e da ocupação do solo urbano e rural.

## Referências

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.º 344**, de 25 de março de 2004. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/conama>> Acesso em: 10 jan. 2012.

\_\_\_\_\_. **Resolução n.º 357**, de 17 de março de 2005. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/conama>> Acesso em: 10 jan. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 2014**, de 12 de dezembro de 2011. Estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011.

CETESB. **Ficha de Informação Toxicológica**. 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/laboratorios/109-informacoes-toxicologicas>> Acesso em 19 mar. 2013

CORTECCI, G. **Geologia e Saúde**. Tradução Wilson Scarpelli. PGAGEM. São Paulo. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geosaude.pdf>. Acesso em outubro de 2010.

DNPM. **Balanco Mineral 2001**. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001>> Acessado em 19 mar. 2013

LICHT, O.A.B. **A Geoquímica Multielementar na Gestão Ambiental**. Curitiba, 2001. 236p. Tese. (Doutorado em Geologia, Área de Concentração Geologia Ambiental). Universidade Federal do Paraná-UFPr, 2001.

LINS, C. A. C. *et al.* **Manual técnico PGAGEM – Brasil**. São Paulo: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003. 28p.

MORAES, P. P. F. **Análise geoquímica-ambiental dos solos de veredas da Bacia do Rio do Formoso, município de Buritizeiro, Minas Gerais, Brasil**. 2010. 203p. Tese (Dissertação de Mestrado). UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2010.

PEREIRA, H. S. *et al.* Silicon sources for Rice crops. **Scientia Agraria**, v. 61, n. 05, p. 522-528, 2004. Disponível em <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162004000500010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162004000500010&script=sci_arttext) > Acessado em 22 mar. 2013.

PRADA, S. M. & OLIVEIRA, C. E. S. **A importância do chumbo na história**. 2010. Disponível em <  
[http://www.crq4.org.br/?p=texto.php&c=a\\_importancia\\_do\\_chumbo\\_na\\_historia](http://www.crq4.org.br/?p=texto.php&c=a_importancia_do_chumbo_na_historia)> Acessado em 19 mar. 2013.

RAMALHO, J. F. G. P. *et al.* **Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos**. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 35, n. 7, p. 1289-1303, jul. 2000. Disponível em: <  
<http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v35n7/1289.pdf> > Acessado em 19 mar. 2013.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208p.

ZIMBRES, Eurico. **Guia avançado sobre as águas subterrâneas**. 2002. Disponível em: < <http://www.meioambiente.pro.br/>>. Acessado em 10 ago 2013.

---

#### Flávio Fernandes Faleiro

Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Goiás, Especialista em Análise Ambiental e Geoprocessamento pela UFG, graduado em Geografia pela PUC-Goiás e Técnico em Mineração pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Atualmente é Técnico em Geociências na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/SGB.

Rua 148, n 485, Setor Marista. 74170110 - Goiânia, GO – Brasil.

E-mail: [flavio.faleiro@cprm.gov.br](mailto:flavio.faleiro@cprm.gov.br)

#### Cláudia Valéria de Lima

Doutora em Geologia pela Universidade de Brasília, Mestre em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas e graduada em Geologia pela Universidade de Brasília. Atualmente é professora associada da Universidade Federal de Goiás

Campu II Samambaia, 74000910 - Goiânia, GO - Brasil

E-mail: [claudia@ufg.br](mailto:claudia@ufg.br)

### Fernanda Gonçalves da Cunha

Doutorado em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas, mestrado em Geociências pela Universidade Federal Fluminense e graduada em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente é geóloga/geoquímica na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

Rua 148, n 485, Setor Marista. 74170110 - Goiânia, GO – Brasil.

fernanda.cunha@cprm.gov.br

---

Recebido para publicação em fevereiro de 2014

Aprovado para publicação em junho de 2014