

## *ALTERAÇÕES QUÍMICAS EM SOLO OCUPADO POR CEMITÉRIO HORIZONTAL NO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL*

Chemical changes in soil occupied for cemetery horizontal in Rio Grande do Sul - North

### *Pedro Daniel da Cunha Kemerich*

Universidade Federal do Pampa,  
Caçapava do Sul-RS.

E-mail: eng.kemerich@yahoo.com.br

### *Willian Fernando de Borba*

Universidade Federal de Santa Maria -  
UFSM, Santa Maria-RS.

E-mail: borbawf@gmail.com

### *Natana Schmachtenberg*

Universidade Federal de Santa Maria -  
UFSM, Frederico Westphalen – RS.

E-mail: Natana\_2005@yahoo.com.br

### *Cristiane Graepin*

crisgraepin@hotmail.com,  
Universidade Federal de Santa Maria,  
Santa Maria – RS

### *Carlos Eduardo Balestrin Flores*

carlos.ebf@hotmail.com,  
Universidade Federal do Pampa -  
Unipampa, Caçapava do Sul-RS

### *Guilherme Barros*

guilherme\_barrosp@hotmail.com,  
Universidade Federal de Santa Maria -  
UFSM, Frederico Westphalen-RS

### *Ademir Eloi Gerhardt*

adegerhardt@bol.com.br,  
Universidade Federal de Santa Maria -  
UFSM, Santa Maria-RS

## RESUMO

Atualmente, têm-se poucos estudos que relacionam os cemitérios como atividades causadoras de impactos ambientais. Com isso, o presente estudo tem por objetivo determinar alterações nas propriedades químicas em um solo ocupado por cemitério. Foram realizadas tradagens no solo nas profundidades de 0 a 300 cm, para consequente determinação dos parâmetros Amônia, Nitrato, pH e Nitrito. Foram verificadas as variações de Amônia (17,63 a 580,08 mg kg<sup>-1</sup>), Nitrato ((valores menores que o Limite de Detecção (L.D.) a 361,93 mg kg<sup>-1</sup>), Nitrito (valores menores que o L.D. até 7,19 mg kg<sup>-1</sup>) e pH (de 4,8 a 7,9). O parâmetro Altitude apresentou correlação negativa moderada (-0,45) e Fraca (-0,33) com os parâmetros Amônia e Nitrato respectivamente, já a Amônia e Nitrato apresentaram correlação positiva moderada (0,55). Foi possível concluir que a área apresenta maiores concentrações dos parâmetros analisados nas maiores profundidades, evidenciando que o sepultamento dos corpos alterou as propriedades químicas do solo.

**Palavras-chave:** Amônia; Cemitério; Nitrito, Poluição.

## ABSTRACT

Currently, there are few studies that relate the cemeteries as activities causing environmental impacts. Thus, this study aims to determine changes in the chemical properties in a soil occupied by the cemetery. Boreholes were carried out in soil at depths between 0 -300 cm for subsequent determination of the parameters of: Ammonia, Nitrate, pH and Nitrite. Were verified Ammonia variations (17,63 to 580,08 mg kg<sup>-1</sup>), nitrate variations (values less than the L.D. to 361,93 mg kg<sup>-1</sup>) Nitrite variations ((values less than the Limits of Detection (L.D.) to 7,19 mg kg<sup>-1</sup>) and pH variations (4,8 to 7,9). The altitude parameter presented a moderate negative correlation (-0,45) and weak (-0,33) with ammonia and nitrate, respectively, although the Ammonia and nitrate parameters showed a moderate positive correlation (0,55). It was concluded that the area presents higher concentrations of the parameters analyzed in greater depths, indicating that the burial of bodies changed the chemical properties of the soil.

**Keywords:** Ammonia; Cemetery; Nitrite, Pollution.

## INTRODUÇÃO

Os cemitérios, como qualquer outra instalação que afete as condições naturais do solo e das águas subterrâneas, são classificados como atividade com risco de contaminação ambiental. A razão disso é que o solo em que estão instalados funciona como um filtro das impurezas depositadas sobre ele (KEMERICH; UCKER; DE BORBA, 2012).

A falta de medidas de proteção ambiental no sepultamento de corpos humanos em covas abertas no solo, ao longo de muitas décadas, fez com que a área de muitos cemitérios fosse contaminada por diversas substâncias, orgânicas e inorgânicas, e por micro-organismos patogênicos. Por economia, é comum os municípios elegerem áreas de baixo ou quase nenhum valor de mercado para os sepultamentos. Geralmente terrenos grandes e íngremes em regiões mais afastadas do centro, ignorando critérios como formação geológica e hidrogeológica (FELICIONI et al., 2007).

Segundo Kemerich et al. (2012c), a partir de 2003, com a implementação da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) número 335 (CONAMA 335/2003), observou-se a péssima situação dos cemitérios no Brasil.

A escolha do local para instalação dos cemitérios deve ser feita com critério, observando as características do meio. Embora o solo seja uma barreira natural de proteção aos aquíferos subterrâneos, a contaminação das águas subterrâneas pode ocorrer da mesma maneira.

Kemerich et al. (2012b) dizem que a implantação de cemitérios sem levar em consideração os critérios geológicos (características litológicas e estrutura do terreno) e hidrogeológicos (nível do lençol freático) constitui uma das causas de deterioração da qualidade das águas subterrâneas.

Segundo Campos (2008), o produto da decomposição dos corpos humanos, conhecido como necrochorume, é liberado pelo corpo durante seis a oito meses, sendo que cada cadáver pode gerar de 30 a 40 litros. Composto de 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas tóxicas (putrescina e cadaverina), o necrochorume apresenta, ainda, carga patogênica. Essa substância é mais viscosa que a água, de cor acinzentada ou acastanhada, odor forte e desagradável. Se o solo dos cemitérios for poroso e permeável, o necrochorume pode vir a se mover e misturar com a água subterrânea, podendo tornar-se, assim, veículo de doenças, caso haja micro-organismos patogênicos.

Os metais pesados presentes no necrochorume podem ter sua origem do próprio corpo humano, como resíduos de tratamentos hospitalares, como a quimioterapia, produtos utilizados no preparo do corpo, como cosméticos, dentre outros. Segundo Barros (2008), as partes metálicas dos caixões são consideradas as principais fontes de contaminação dos solos de cemitério pelos metais pesados.

Nos terrenos destinados à implantação de cemitérios, a espessura da zona não saturada e o tipo de material geológico são fatores determinantes para a filtragem do necrochorume. A porcentagem ideal de argila no solo para que isso ocorra situa-se na faixa de 20% a 40%, a fim de que os processos de decomposição aeróbica e as condições de drenagem do necrochorume sejam favorecidos (SILVA, 1995).

A toxicidade química do necrochorume diluído na água freática relaciona-se aos teores anômalos de compostos das cadeias do fósforo e do nitrogênio e aminas. O necrochorume no meio natural decompõe-se e é reduzido a substâncias mais simples e inofensivas, ao longo do tempo (ROMANÓ, 2005).

## OBJETIVO

Esse trabalho tem como objetivo determinar as alterações nas propriedades químicas de um solo ocupado por cemitério, por meio de análises dos parâmetros Amônia, Nitrato, Nitrito e Potencial Hidrogeniônico, em diferentes profundidades e pontos de amostragem.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Caracterização da área de estudo*

“O local de estudo está situado no noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, na latitude 27º 28' 4" S e longitude 53º 24' 09" O, com altitude de 546 metros do nível do mar, abrangendo uma área de 301 km<sup>2</sup> e com população de 11098 habitantes (IBGE, 2009). Esta unidade territorial pertence à bacia hidrográfica do Rio Uruguai com clima subtropical úmido.

A classificação do solo do município é determinada como Latossolo, Vermelho distroférico típico, gerado pelo processo de latolização; são solos profundos, minerais, não-hidromórficos, com cores que variam de vermelhas escuras a amareladas (SOUSA; LOBATO, 2007).

O cemitério municipal São João Batista está situado a 520 m de altitude e foi fundado no ano de 1930, contendo atualmente cerca de 3 mil sepulturas, recebendo em média 7 corpos por mês em uma área de 1,2 hectares (KEMERICH et al., 2012b).

### *Localização dos pontos de amostragem e coleta de amostras*

A tradagem para coleta das amostras foi realizada em função da topografia existente no terreno e do fluxo preferencial de água superficial, do mesmo modo utilizado por Kemerich et al. (2012b), com o auxílio do software Surfer 8 da Golden Software, utilizando-se o método de interpolação matemática *Krigagem* (LANDIN; STURARO, 2002), conforme Figura 1. Foram considerados 10 pontos de coleta, denominados de P1 a P10, conforme mostra a figura 1, que ilustra também a área total do cemitério e as linhas de fluxo superficial da água. P1 encontra-se no ponto de maior elevação, sendo considerado o ponto controle.

Para a coleta das amostras, foi utilizado um trado manual Sonda Terra de 4 m de comprimento. Cada

amostra coletada foi armazenada em sacos plásticos e recebeu identificação correspondendo à localização do ponto de amostragem e à profundidade da coleta. Nos pontos analisados, foram coletadas amostras a cada 50 cm de profundidade, iniciando-se com a amostra superficial em 0 cm até a profundidade de 300 cm, totalizado 7 amostras por ponto. Antes da coleta de cada amostra, o trado foi lavado com água destilada e deionizada (KEMERICH et al., 2012b).

### *Preparo das amostras, espacialização dos dados e análise estatística*

O preparo das amostras seguiu procedimento descrito por Kemerich et al. (2012a). As determinações de Amônia (NH<sub>3</sub>), Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) e pH foram realizadas por metodologias e equipamentos ilustrados na Tabela 1.

O Destilador de Nitrogênio utilizado neste estudo para a determinação de NH<sub>3</sub> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup> tem como Limite de Detecção (L.D.) de 0,35 mg kg<sup>-1</sup>, já para o NO<sub>2</sub><sup>-</sup> o L. D. é de 0,002 mg kg<sup>-1</sup>.

Para a confecção dos cartogramas, foi utilizado o programa *SURFER 8* (GOLDEN SOFTWARE, 2004) e como método de interpolação matemática, foi utilizado *krigagem* (LANDIN; STURARO, 2002). Logo após foram espacializadas as informações de interesse com o uso da opção *Post Map*.

Com relação à análise estatística, foi utilizado o Software Statistica 7, através da matriz de correlação de Pearson, com p significativo <0,005. Conforme Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009) existem diversos métodos para discutir a magnitude dos resultados, destacando os descritos por Dancey e Reidy (2005) onde a magnitude é descrita pelos valores de r de 0,10 a 0,30 (fraco); 0,40 a 0,6 (moderado) e de 0,70 a 1 (forte). Com isso, os valores foram comparados à metodologia descrita anteriormente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 ilustra a variação das concentrações dos parâmetros Amônia, Nitrato, e Nitrito e os valores de pH do solo na área ocupada pelo cemitério municipal São João Batista, nos 10 pontos de amostragem com suas respectivas profundidades. Já a tabela 3, destaca os valores mínimos, máximos, médios e seus respectivos desvios padrões para a área de estudo.

### *Amônia (NH<sub>3</sub>)*

Com exceção dos pontos P9 e P10, as maiores concentrações de Amônia encontram-se nas profundidades superficiais até 100 cm. A figura 2 ilustra a variação da concentração de Amônia no solo da área de estudo, nas profundidades de 0 (a), 50 (b), 100 (c) e 150 cm (d).

Kemerich et al. (2012a), estudando um solo de aterro sanitário no município de Seberi-RS, encontraram concentrações variando de 84 até 752,5 mg kg<sup>-1</sup>, nas profundidades entre 0 e 150 cm, valores estes inferiores aos encontrados no presente estudo.

A figura 3 ilustra a variação da concentração de NH<sub>3</sub> no solo da área de estudo nas profundidades de 200 (a), 250 (b) e 300 cm (c).

Giracca (2012) afirma que a decomposição microbiana de resíduos de plantas e animais no solo libera nitrogênio mineral, nitrato e amônia, formas desse elemento, que as plantas podem absorver da solução do solo, sendo assim a ocorrência de NH<sub>3</sub> pode ser um indicativo de poluição recente, possivelmente oriunda da redução de nitrato por bactérias ou íons ferrosos, presentes no solo (SILVA; ARAÚJO, 2003).

As transformações do nitrogênio no solo envolvem a passagem das formas orgânicas (aquelas incorporadas pelos microrganismos e plantas) para as formas minerais. Este processo é controlado única e exclusivamente pelos microrganismos e gera o aparecimento de NH<sub>3</sub>, que pode ser perdida por volatilização ou reagir com o elemento Hidrogênio da solução do solo e, assim, produzir o íon Amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (GIRACCA, 2012).

Na área de estudo, os maiores valores ocorreram na camada até 100 cm, profundidade esta a que geralmente são enterrados os corpos humanos, o pode acarretar em sérios problemas relacionados à qualidade da água subterrânea.

Segundo Zychowski (2012) a amônia foi considerada o produto principal de decomposição, sendo mais móveis

que cloretos e íons de sulfato de sódio. A mesma migra através da zona insaturada em um tempo de até 20 anos.

Com isso, em áreas ocupadas por cemitérios, é de suma importância analisar as concentrações de tais compostos Nitrogenados.

### *Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)*

O NO<sub>3</sub><sup>-</sup> é uma das formas inorgânicas do nitrogênio no solo e, juntamente, com o NH<sub>4</sub>, constitui produto final da mineralização do nitrogênio orgânico, contido em qualquer resíduo orgânico após adição ao solo. Por ser repelido pelas partículas do solo, que geralmente apresentam carga elétrica líquida negativa, esse ânion permanece livre na solução (DINYA et al., 2006). Em consequência disso, a quantidade presente na camada arável do solo fica sujeita à lixiviação. Ao longo do tempo, pode atingir o lençol freático e os corpos de água por ele alimentados, tornando-se este um grande problema de contaminação ambiental, uma vez que os maiores valores ocorreram nas amostras superficiais. Assim, os compostos podem ser facilmente lixiviados e carregados aos recursos hídricos superficiais.

Devido a essa contaminação, as características da água podem ser alteradas, e se consumida pelo ser humano, pode vir a causar danos à saúde, pois o NO<sub>3</sub><sup>-</sup> possui ação na síntese de nitrosaminas e nitrosamidas no estômago humano (FEITOSA; FILHO, 1997).

Pode-se verificar que as concentrações mínimas na área de estudo, apresentam-se acima de 150 cm de profundidade (com exceção do ponto P2, em que apresentou valores <L.D. das profundidades de 0 a 50 e 250 a 300 cm). A maioria das concentrações máximas, porém, também se encontraram nas amostras superficiais. A figura 4 ilustra variação da concentração de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no solo da área de estudo, nas profundidades de 0 (a), 50 (b), 100 (c) e 150 cm (d).

Cardoso Neto (2006) realizou um estudo no município de Tibau-RN, onde as maiores concentrações de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> foram encontradas na camada superficial do solo, já Kemerich et al. (2012a), em solo de aterro sanitário na

cidade de Seberi-RS, encontraram concentrações variando entre 15,5 e 294,5 mg kg<sup>-1</sup>, em profundidade de 0 a 150 cm, com isso é possível verificar os altos valores, comparando aos identificados na presente área, evidenciando a possível alteração dessa propriedade causada pelo uso de cemitério.

A figura 5 ilustra a variação da concentração de Nitrito no solo da área de estudo nas profundidades de 200 (a), 250 (b) e 300 cm (c).

Vários trabalhos têm mostrado que o NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, por ser um ânion, é facilmente lixiviado no perfil do solo, sendo levado para fora do alcance das raízes das plantas e podendo atingir as águas subsuperficiais. Oliveira et al. (2001) verificaram um aumento com a profundidade, enquanto que Cardoso Neto (2006) obteve diminuição do nitrato com a profundidade, tendo a maior concentração na camada superficial, sabendo-se que as perdas de nitrato por lixiviação dependem da ocorrência de excedente hídrico. O mesmo comportamento foi identificado no presente trabalho, onde as maiores concentrações ocorreram nas amostras superficiais.

Estudos realizados, em diferentes contextos geográficos e climáticos em diferentes cemitérios (Zychowski, 2012), demonstram que as alterações das águas subterrâneas nestas áreas resultam da presença de níveis elevados de vários contaminantes. No Brasil, estudos como o realizado por Zychowski (2012) mostram a presença de contaminação por nitrato perto das sepulturas, além de outros contaminantes não levados em consideração para a área do Cemitério Municipal São João Batista (RS) no presente estudo.

### Nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

O Nitrito presente no ambiente, em determinadas condições, podem combinar-se com aminas secundárias, formando nitrosaminas, sendo estas altamente cancerígenas e mutagênicas (REYES et al., 1987). Esse mesmo autor afirma que o Nitrito apresenta relação com o aparecimento de metemoglobinemia em crianças, o que evidencia a importância do estudo de tal elemento no meio.

Com relação as concentrações de Nitrito no solo da área de estudo, valores de ordens diferentes foram encontrados por Kemerich et al. (2012a) em um solo na cidade de Seberi-RS, entre as profundidades de 0 a 150 cm, cujos valores de NO<sub>2</sub><sup>-</sup> variaram de 0,183 a 21,7 mg

kg<sup>-1</sup>. Já Cardoso Neto (2006), no município de Tibau- RN, encontrou as maiores concentrações na camada de 30 a 45 cm de solo.

A figura 6 ilustra a variação da concentração de Nitrito no solo da área de estudo nas profundidades de 0 (a), 50 (b), 100 (c) e 150 cm (d).

Barros et al. (2008) encontraram baixos teores de NO<sub>2</sub><sup>-</sup> acumulados no solo, sendo que a presença de amônia, proveniente das fontes amoniacais, associada a valor inicial do pH do solo, 7,3, pudesse ter inibido a oxidação do nitrito a nitrato pelas nitro bactérias. Em contato com os recursos hídricos (superficiais e subterrâneas), esses compostos se tornam fontes de problemas relacionados à saúde pública, sendo que o mesmo pode reagir com o Ferro II e ser fonte de uma doença conhecida como metemoglobina, conhecida também como “síndrome do bebê azul”.

Chan et al. (1992) *apud* Zychowski (2012) encontraram concentrações baixas de Nitrito em águas subterrâneas de cemitérios. Já Dent e Knight (1998) *apud* Zychowski (2012) encontraram concentrações de Nitrito elevadas na água subterrânea do cemitério em Melbourne.

A figura 7 ilustra a variação da concentração de Nitrito no solo da área de estudo nas profundidades de 200 (a), 250 (b) e 300 cm (c).

### Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH varia na amplitude de 0 a 14 e é definido como a acidez ou alcalinidade relativa de uma solução, sendo o valor 7 é definido como neutro, valores abaixo são classificados como ácidos e os acima de 7 são classificados como alcalinos. Nos solos este varia de 3 a 9.

Conforme Silva (2011), o pH constitui-se um importante regulador da fertilidade do solo, por manter uma relação com a disponibilidade de cátions e influência nos diferentes processos e atividades no solo, tais como, adsorção, precipitação, solubilidade, formação de agregados, infiltração de água, atividade microbiana, entre outros (PAVAN; MIYAZAWA, 1996).

A figura 8 ilustra a variação da concentração de pH no solo da área de estudo nas profundidades de 0 (a), 50 (b), 100 (c) e 150 cm (d).

Como pode ser observado na figura 8, os menores valores de pH estão presentes nos pontos de menor

cota, já as maiores concentrações foram evidenciadas nas menores cotas topográficas. Foi possível observar que o pH variou em função da profundidade, onde os valores maiores foram encontrados na amostra superficial.

O pH do solo também influencia na velocidade de decomposição da matéria orgânica. Kemerich et al. (2012a), na cidade de Seberi-RS, em solo ocupado por aterro sanitário, encontraram valores semelhantes, variando de 4,12 a 7,9.

Tem-se admitido que a acidez do solo e as condições fisiológicas que o acompanham resultam da ausência de cátions metálicos permutáveis. A quantidade destes cátions absorvidos exerce controle sobre a porcentagem de saturação de base e, assim, indiretamente determina a concentração dos íons de hidrogênio da solução do solo (OLIVEIRA, 2001).

Oliveira et al. (2008) afirmam que os caixões de metal podem causar contaminação do solo por diversos elementos, tais como: Ferro, Cobre, Chumbo e Zinco, durante vários anos, especialmente em solos com baixo pH, o que se aplica à realidade do presente estudo, em que foram registrados valores baixos de pH. Segundo Cardoso Neto (2006) o pH pode ser influenciado pelas alterações da temperatura e atividades biológicas.

A maior ou menor mobilidade dos metais pesados será determinada pelos atributos do solo, como teores e tipos de argila, pH, capacidade de troca de cátions, teor de matéria orgânica entre outros, que influenciarão as reações de adsorção/dessorção, precipitação/dissolução, complexação e oxirredução (BARROS et al., 2008).

A figura 9 ilustra a variação do pH nas profundidades de 200 (a), 250 (b) e 300 cm (c).

Como pode ser observado, os maiores valores de pH estão presentes nos pontos de menores cotas topográficas, evidenciando a relação do parâmetro com o fluxo superficial e subsuperficial da água.

Segundo Dent et al. (2004), as condições adequadas para a formação de nitrito e nitrato por bactérias nitrificantes, incluem valores favoráveis de pH no meio, devido as mesmas serem muito sensíveis a este parâmetro. As *Nitrobacter* spp. preferem um pH entre 5 e 8, enquanto as *Nitrossomonas* spp. preferem pH entre 7 e 9. Portanto, o pH é um elemento importante também na decomposição pelas bactérias nitrificantes.

### *Correlação estatística entre os parâmetros analisados*

O coeficiente de correlação Pearson ( $r$ ) varia de -1 a 1, sendo que o sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009).

A tabela 3 ilustra a correlação estatística entre os parâmetros Altitude, Amônia, Nitrato, Nitrito e pH. Os valores destacados na cor vermelha apresentaram correlação significativa com  $p < 0,05$ .

Com base na tabela 3, seguindo o critério adotado por Dancey e Reidey (1988), o parâmetro Altitude apresentou correlação negativa moderada (-0,45) e Fraca (-0,33) com os parâmetros Amônia e Nitrato, respectivamente. A análise dos dados indica que tais parâmetros apresentaram seus maiores valores nas cotas mais baixas, ou os menores valores ocorreram nas cotas mais altas. Já a Amônia e Nitrato apresentaram uma correlação positiva moderada (0,55). Os demais valores não apresentaram correlação significativa.

## CONCLUSÕES

Embora não existam valores de referência na legislação nacional para os elementos estudados, alguns destes apresentaram valores superiores e comportamento similar a estudos semelhantes realizados. Sendo assim, há indícios de que a área apresenta um potencial de contaminação do solo e da água subterrânea, requerendo mais estudos específicos, como o monitoramento contínuo de alguns parâmetros. Isso pode ser observado através correlação direta apresentada entre as variáveis estudadas.

Figura 01: Fluxo preferencial de água superficial da área de estudo

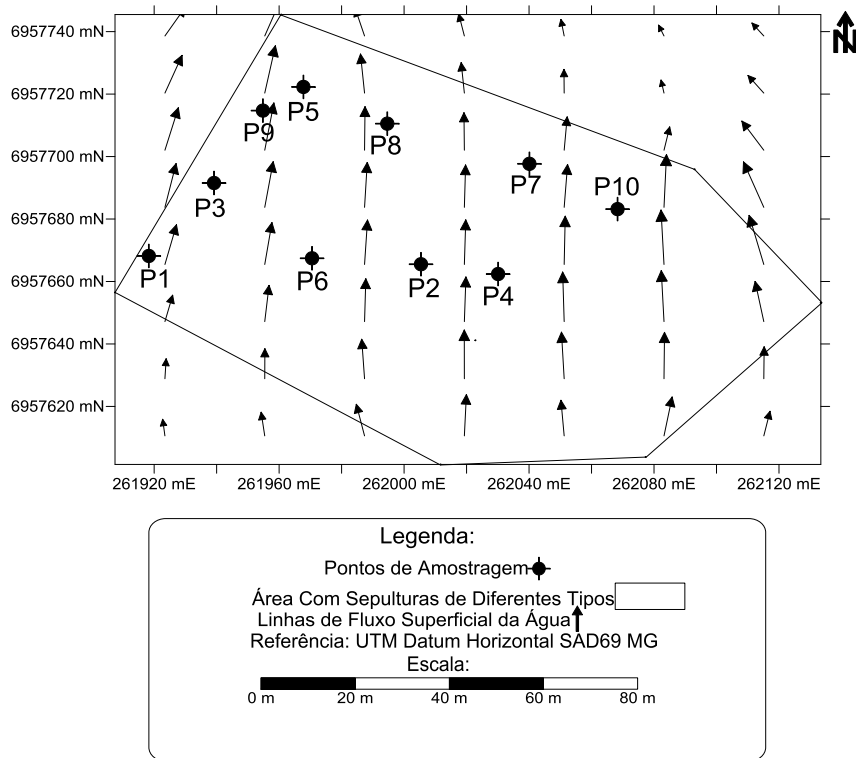


Tabela 01: Equipamentos e metodologias utilizadas para determinação de Amônia, Nitrato, Nitrito e pH.

Parâmetro	Equipamento	Metodologia
NH3	Destilador de Nitrogênio MA-036/MARCONI	TEDESCO (1995)
NO3-	Destilador de Nitrogênio MA-036/MARCONI	TEDESCO (1995)
NO2-	NOVA 2100 uv SPECTROPHOTOMER	ABNT (1992)
pH	pHmetro pH-2100/INSTRUTHERM série 3923/612	TEDESCO (1995)

**Tabela 02: Concentrações de Amônia, Nitrato, Nitrito e valores de pH no solo do Cemitério Municipal São João Batista, Seberi-RS.**

	Profundidade (cm)	Concentrações (mg kg <sup>-1</sup> )				Profundidade (cm)	Concentrações (mg kg <sup>-1</sup> )					
		NH <sub>3</sub>	Nitrato	Nitrito	pH		NH <sub>3</sub>	Nitrato	Nitrito	pH		
<b>PONTOS DE AMOSTRAGEM</b>	<b>1</b>	0	273,44	361,93	2,28	5,97	<b>6</b>	0	303,41	148,61	1,25	7,9
		0-50	326,84	19,51	2,98	5,45		0-50	324,65	17,78	4,64	7,7
		50-100	337,52	3,49	2,98	5,55		50-100	308,72	32,86	0,18	7,4
		100-150	337,52	13,47	3,68	5,56		100-150	292,79	14,97	2,14	6,7
		150-200	284,12	12,42	4,74	5,52		150-200	314,03	17,96	4,46	6
		200-250	311,89	9,96	7,19	5,46		200-250	38,99	30,49	2,68	6,2
		250-300	289,46	4,62	7,19	5,51		250-300	49,67	17,15	<L.D	5,6
	<b>2</b>	0	174,61	46,74	0,00	7,17	<b>7</b>	0	340,58	10,91	0,89	7
		0-50	163,93	<L.D	0,24	7,37		0-50	155,98	47,05	2,14	6,2
		50-100	137,23	<L.D	0,48	6,41		50-100	308,72	42,05	1,61	5,1
		100-150	131,89	<L.D	2,50	6,1		100-150	33,65	33,17	0,00	5,1
		150-200	121,21	<L.D	0,95	5,87		150-200	28,31	25,87	1,96	5,2
		200-250	121,21	<L.D	0,00	5,46		200-250	314,03	22,42	<L.D	5,4
		250-300	131,89	<L.D	0,71	5,31		250-300	319,34	33,04	<L.D	5,3
	<b>3</b>	0	153,25	<L.D	1,31	6,58	<b>8</b>	0	362,45	52,08	2,38	6,49
		0-50	17,63	38,04	0,48	5,75		0-50	325,28	59,30	0,48	5,44
		50-100	153,25	3,55	0,48	5,38		50-100	293,42	10,79	1,19	5,57
		100-150	22,97	32,82	0,36	5,55		100-150	282,80	18,20	4,40	5,22
		150-200	28,31	20,47	2,02	5,71		150-200	309,35	43,32	5,83	5,81
		200-250	33,65	23,79	4,05	5,9		200-250	314,66	69,56	0,83	5,85
250-300		22,97	9,08	2,74	5,64	250-300		330,59	255,89	0,36	5,84	
<b>4</b>	0	391,16	219,19	2,50	7,07	<b>9</b>	0	237,03	38,51	<L.D	6,2	
	0-50	161,32	17,73	4,76	7,05		0-50	290,42	26,61	1,23	6,1	
	50-100	415,05	46,52	5,24	6,86		50-100	258,38	3,67	2,81	5,7	
	100-150	401,78	60,00	2,38	6,69		100-150	253,05	16,80	0,35	5,3	
	150-200	385,85	59,76	2,62	5,76		150-200	237,03	6,48	<L.D	5,5	
	200-250	380,54	70,03	2,98	5,75		200-250	294,80	6,38	5,44	5,4	
	250-300	72,55	66,74	0,95	5,55		250-300	332,18	16,00	6,49	4,8	
<b>5</b>	0	401,78	66,03	1,67	5,99	<b>10</b>	0	510,90	242,38	2,43	7,44	
	0-50	380,54	66,14	1,56	6,24		0-50	553,48	253,94	1,51	6,47	
	50-100	391,16	67,25	0,44	6,42		50-100	329,96	<L.D	1,36	6,57	
	100-150	348,68	55,74	1,33	6,89		100-150	292,70	21,29	5,00	6,4	
	150-200	359,30	66,58	1,11	6,4		150-200	569,44	285,26	2,13	6,51	
	200-250	385,85	117,57	3,22	6,19		200-250	526,87	244,36	0,44	6,76	
	250-300	391,16	82,07	1,56	6,14		250-300	580,08	233,72	0,44	6,22	

**Tabela 03: Concentrações mínimas, máximas, médias e o desvio padrão dos parâmetros Amônia, Nitrato, Nitrito e valores de pH, do solo na área do Cemitério Municipal São João Batista, Seberi-RS.**

Parâmetro	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Padrão
<b>Amônia*</b>	580,08	17,63	272,27	139,74
<b>Nitrato*</b>	<L.D.**	361,93	58	80,24
<b>Nitrito*</b>	<L.D.**	7,19	2,09	1,87
<b>pH</b>	4,8	7,9	6,06	0,68

 \* Concentrações em mg kg<sup>-1</sup>

\*\* Valores menores que o Limite de Detecção (L.D.) do método utilizado.



Figura 02: Variação da concentração de Amônia do solo nos 10 pontos de amostragem localizados no Cemitério Municipal São João Batista, Seberi-RS, nas profundidades de 0 (a), 50 (b), 100 (c) e 150 (d) cm

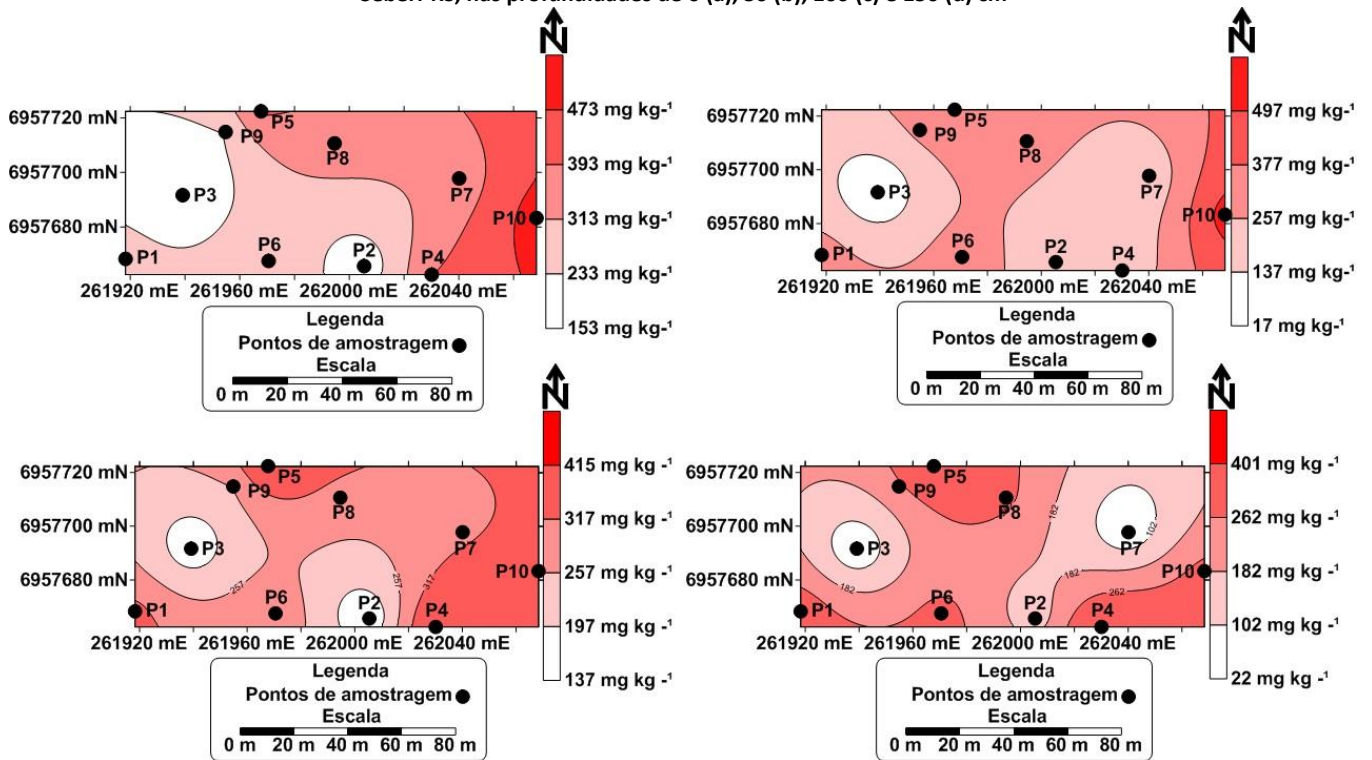


Figura 03: Variação da concentração de Amônia do solo nos 10 pontos de amostragem localizados no Cemitério Municipal São João Batista, Seberi-RS, nas profundidades de 200 (a), 250 (b) e 300 (c) cm.

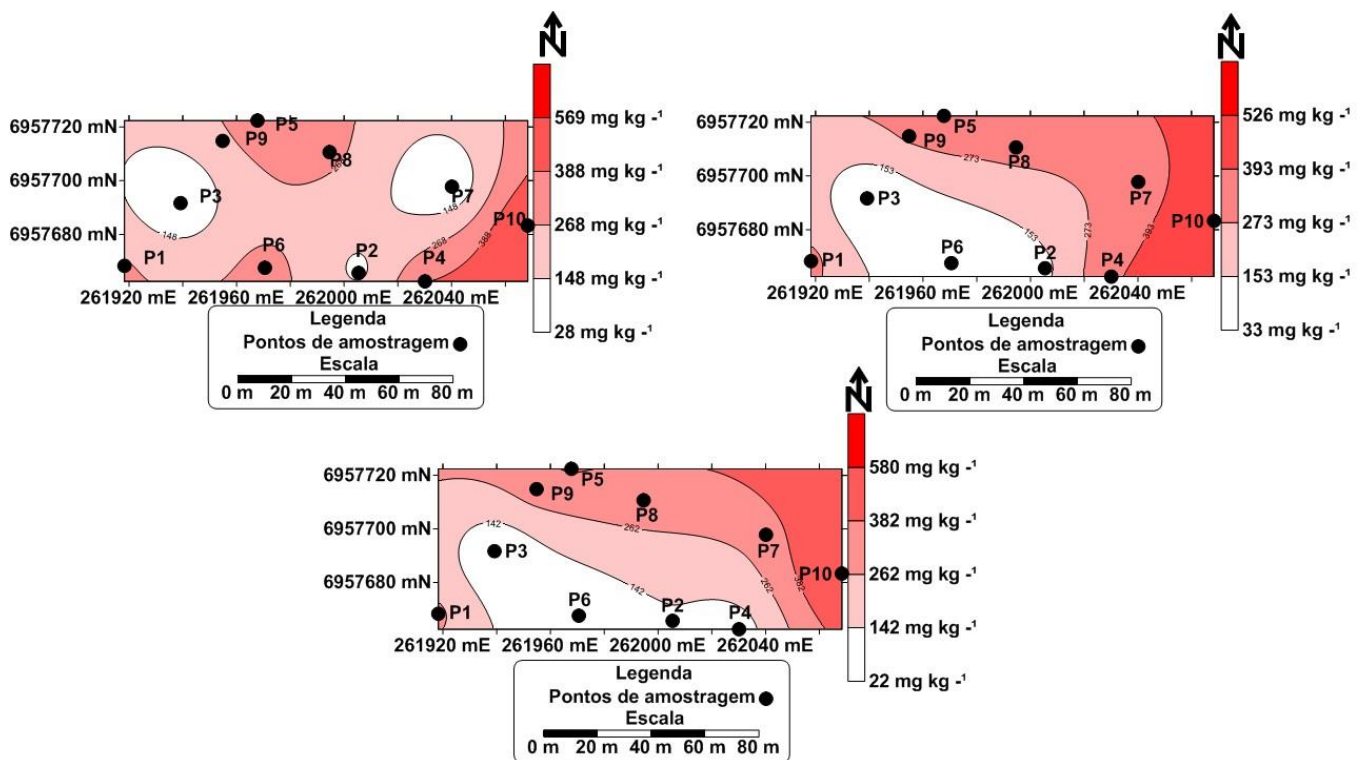


Figura 04: Variação da concentração de Nitrato do solo nos 10 pontos de amostragem localizados no Cemitério Municipal São João Batista, Seberi-RS, nas profundidades de 0 (a), 50 (b), 100 (c) e 150 (d) cm.

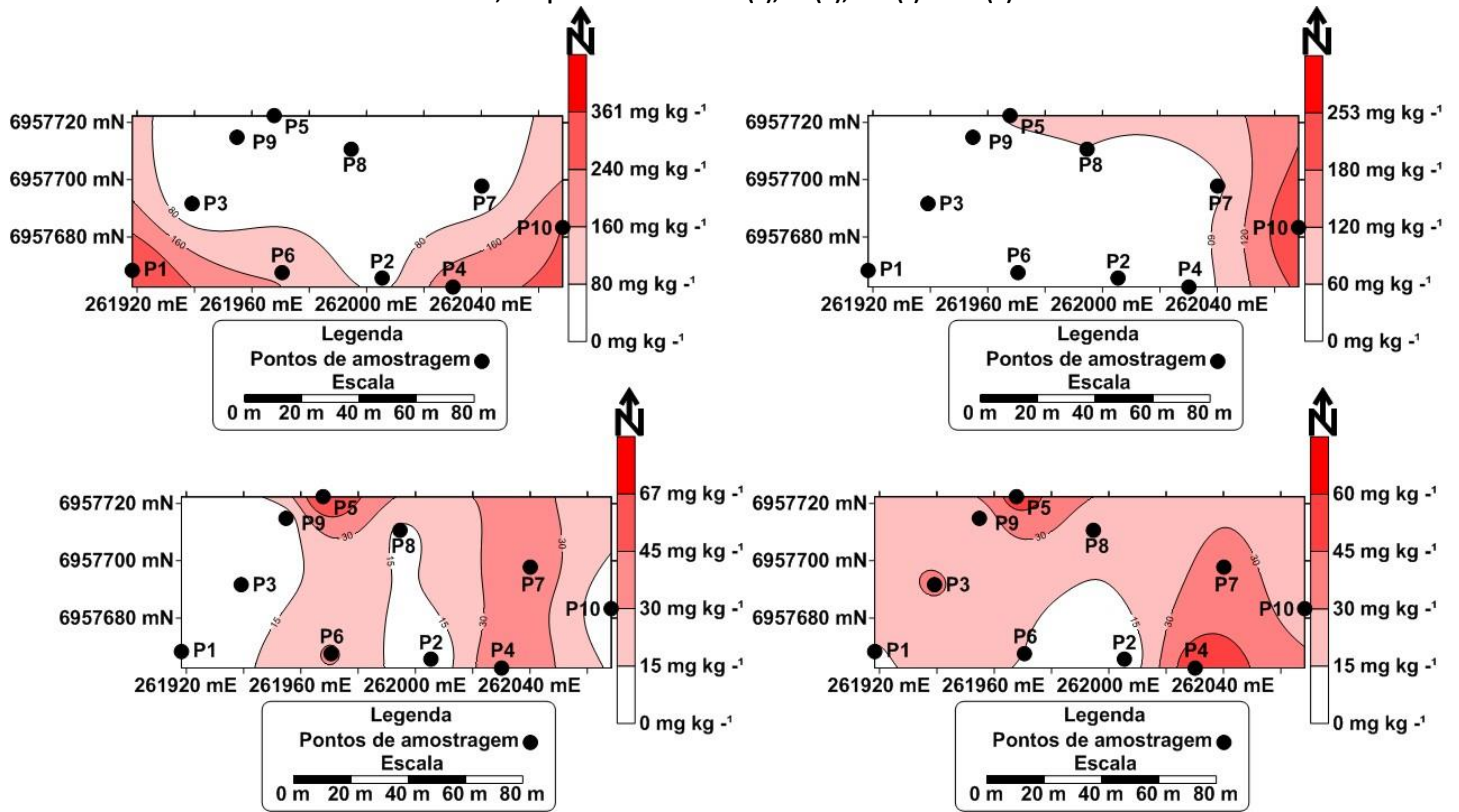
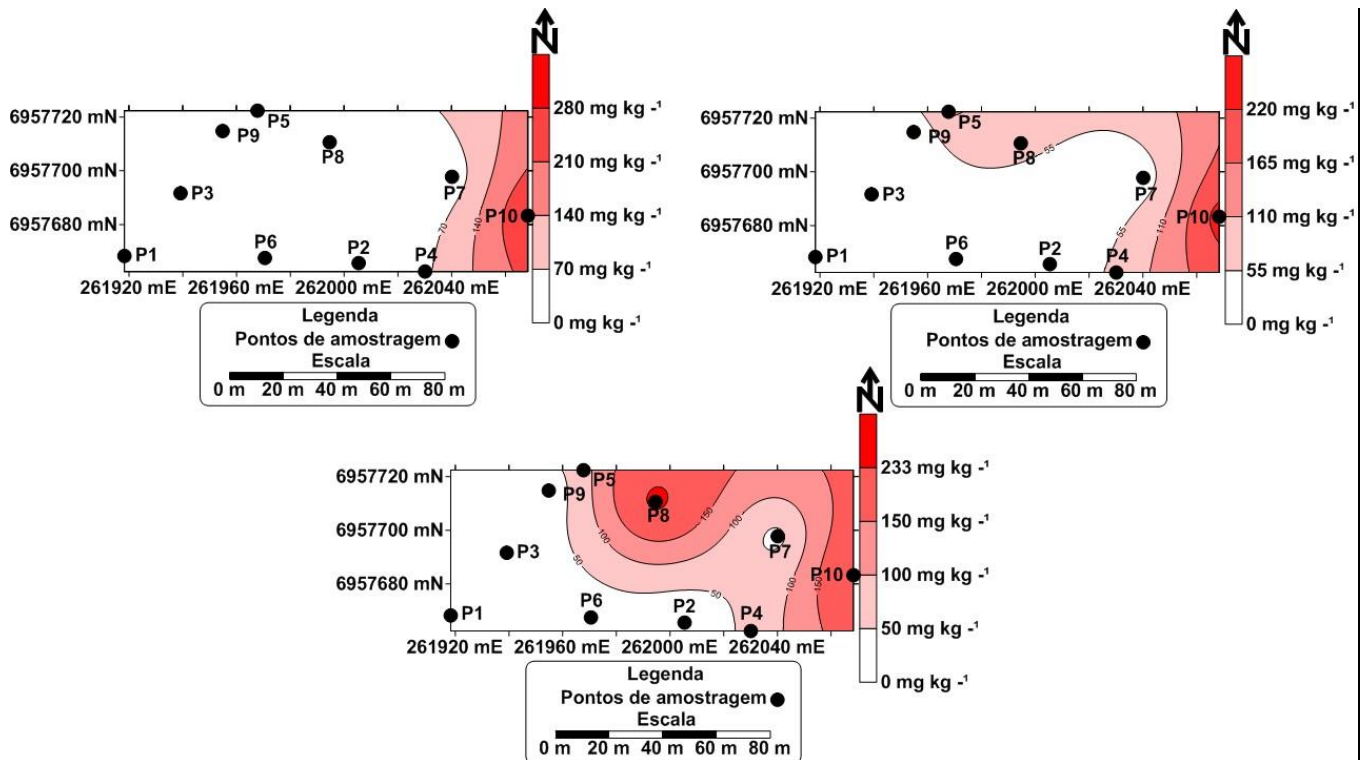
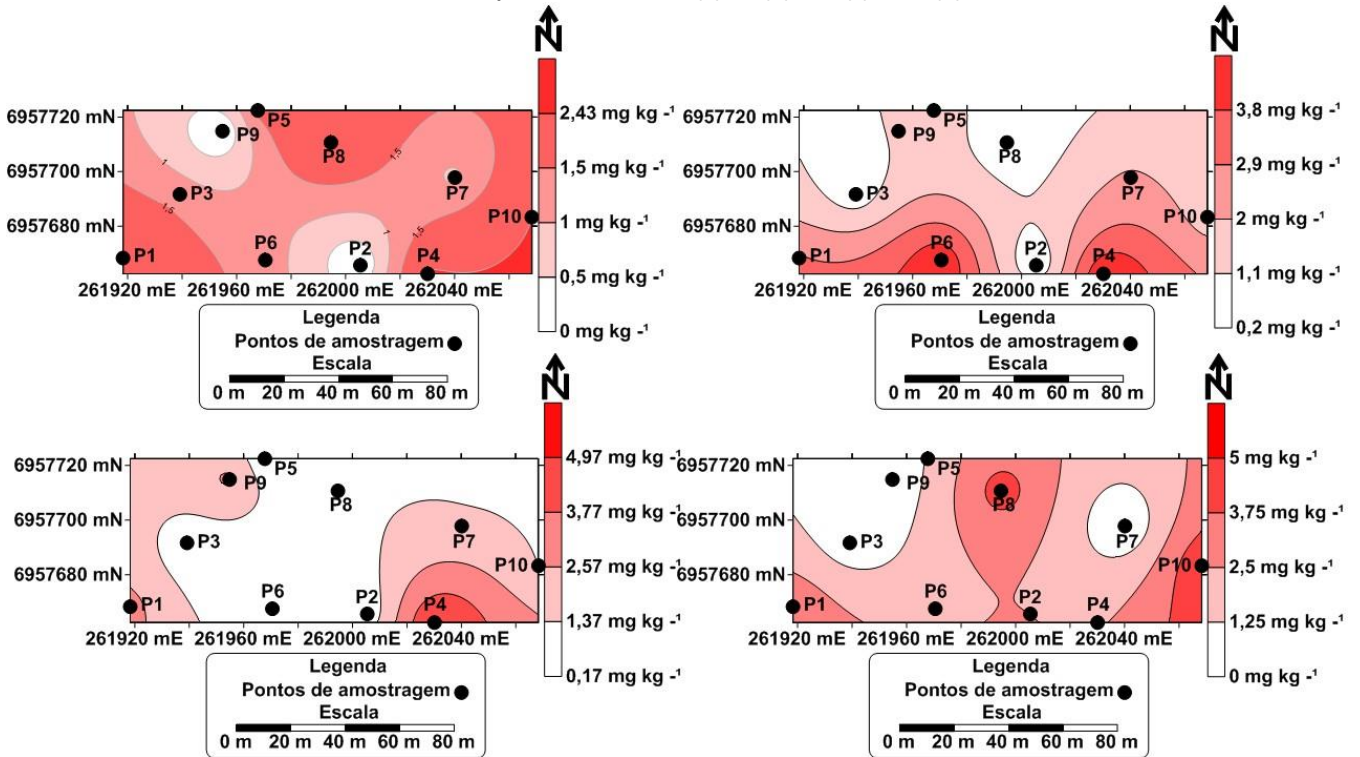


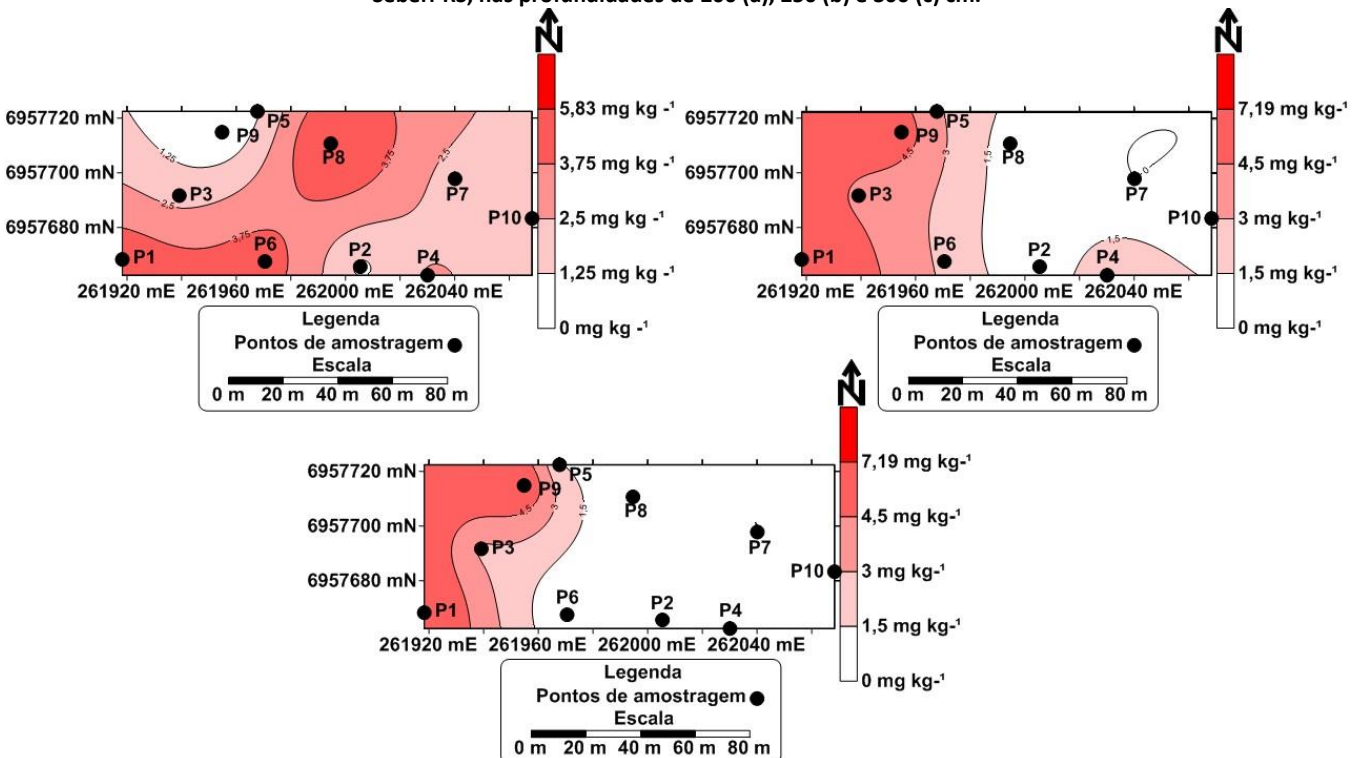
Figura 05: Variação da concentração de Nitrato do solo nos 10 pontos de amostragem localizados no Cemitério Municipal São João Batista, Seberi-RS, nas profundidades de 200 (a), 250 (b) e 300 (c) cm.



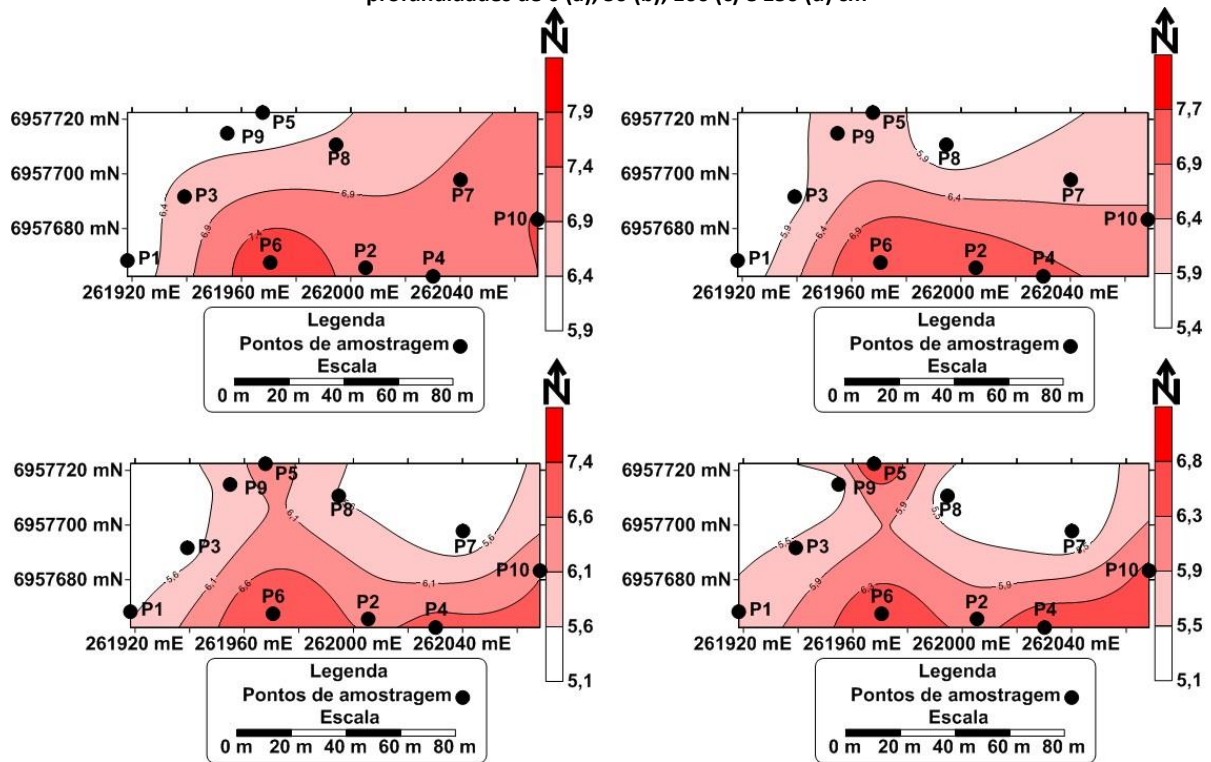
**Figura 06: Variação da concentração de Nitrato do solo nos 10 pontos de amostragem localizados no Cemitério Municipal São João Batista, Seberi-RS, nas profundidades de 0 (a), 50 (b), 100 (c) e 150 (d) cm.**



**Figura 07: Variação da concentração de Nitrato do solo nos 10 pontos de amostragem localizados no Cemitério Municipal São João Batista, Seberi-RS, nas profundidades de 200 (a), 250 (b) e 300 (c) cm.**



**Figura 08: Variação do pH do solo nos 10 pontos de amostragem localizados no Cemitério Municipal São João Batista, Seberi-RS, nas profundidades de 0 (a), 50 (b), 100 (c) e 150 (d) cm**



**Figura 09: Variação do pH do solo nos 10 pontos de amostragem localizados no Cemitério Municipal São João Batista, Seberi-RS, nas profundidades de 200 (a), 250 (b) e 300 (c) cm.**

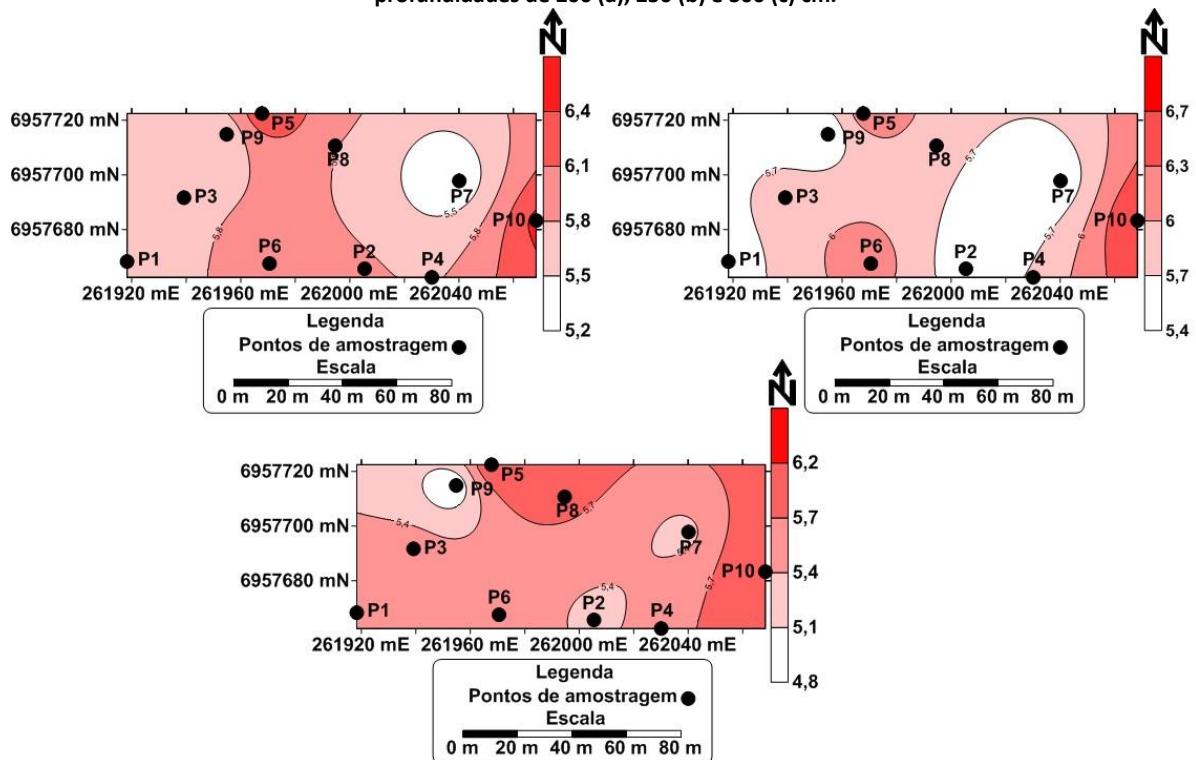


Tabela 03: Matriz de correlação de Pearson entre os parâmetros: altitude, Amônia, Nitrato, Nitrito e pH do solo no Cemitério Municipal São João Batista, Seberi-RS.

	Altitude	Amônia	Nitrato	Nitrito	pH
Altitude	1,00				
Amônia	-0,45*	1,00			
Nitrato	-0,33*	0,55*	1,00		
Nitrito	0,07	0,15	-0,14	1,00	
pH	-0,06	0,14	0,14	-0,09	1,00

\*Correlação significativa para  $p < 0,05000$ ,  $N=70$

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12620. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 5p.

BARROS, Y. J.; MELO, V. de F.; ZANELLO, S.; ROMANÓ, E. N. de L.; LUCIANO, P. R. Teores de metais pesados e caracterização mineralógica de solos do cemitério municipal de Santa Cândida, Curitiba (PR). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG. n. 32, p.1763-1773, 2008.

CARDOSO NETO, F. C.; GUERRA, H O. C.; CHAVES, L. H. G. Nitrogênio residual em solo adubado com diferentes fontes e intervalos de aplicação de nitrogênio. **Revista Caatinga**, Mossoró/RN, v. 19, n. 2, p. 161-168, 2006.

CAMPOS, A. P. Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - **Faculdade de Saúde Pública**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DYNIA, J. F.; SOUZA, M. D. de.; BOEIRA, R. C. Lixiviação de nitrato em Latossolo cultivado com milho após aplicações sucessivas de lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.5, p. 855-862, 2006.

DENT, B. B., FORBES, S. L., STUART, B. H., Review of human decomposition processes in soil, **Environmental Geology**, p. 576-585, 2004.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM, LABHID, UFPE, 1997. 404p.

FELICIONI, F.; ANDRADE, F. F. A.; BORTOLOZZO, N. **A Ameaça dos Mortos**. Jundiaí: Maxprint, 2007, 65p.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Política Hoje** (UFPE. Impresso), Recife, v. 18, p.115-146, 2009.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. da S. Fertilizantes - Cálcio (Ca). Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes\\_calcio.aspx](http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_calcio.aspx)> Acesso em: 28 jun.2012.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. da S. Fertilizantes - Ferro (Fe). Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes\\_micronutrientes.aspx](http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_micronutrientes.aspx)> Acesso em: 2 Jul.2012.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. da S. Fertilizantes- Potássio. Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes\\_potassio.aspx](http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_potassio.aspx)> Acesso em: 16 Jun. 2012.

KEMERICH, P. D. da C.; FRANÇA, J. R.; FLORES, C. E. B.; FLORES, B. A.; SILVEIRA, R. B. da. Determinação de nitrito, nitrato, amônia e pH em solo ocupado por aterro sanitário na cidade de Seberi-RS. In: **VIII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL**, Porto Alegre. *Anais...* VIII SIQA, 2012. a.

KEMERICH, P. D. C.; BORBA, W. F.; SILVA, R. F.; BARROS, G.; GERHARDT, A. E.; FLORES, C. E. B. Valores anômalos de metais pesados em solo de cemitério. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté/SP, v. 7, p. 140-156, 2012. b.

KEMERICH, P. D. C.; UCKER, F. E.; BORBA, W. F. Cemitérios Como Fonte de Contaminação Ambiental. **Scientific American Brasil**, São Paulo, v. 1, p. 78-81, 2012.

KEMERICH, P. D. C.; SILVÉRIO DA SILVA, J. L.; BARROS, G.; BORBA, W. F.; UCKER, F. E.; FOLETTO, C. V. Qualidade da água subterrânea em área ocupada por cemitério: uso da técnica de espectrometria de fluorescência de raios-x por energia dispersiva (EDXRF). **Revista Ambiente & Água**, Taubaté/SP, v. 7, p. 166-182, 2012. c.

LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R. **Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos**. Rio Claro: DGA, IGCE, UNESP: 2002. 253 p.

OLIVEIRA, F. C. Percolação de nitrato em Latossolo Amarelo Distrófico afetada pela aplicação de composto de lixo urbano e adubação mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 25, n. 3, p. 731-741, 2001.

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; SANTOS, R. S. M. dos; FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D.; FARIA, C. D. de. Concentrações residuais de cobre, ferro, manganês e zinco em latossolo roxo eutrófico sob diferentes tipos de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia/GO, v. 31, n. 2, p. 97-103, 2001.

PAVAN, M. A.; MIYAZAWA, M. **Análises químicas de solo: parâmetros para interpretação**. Londrina: IAPAR, 1996. 48p.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Latossolo, 2007. Disponível em: >[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_96\\_10112005101956.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html)<. Acesso em: 12 Jul. 2011.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro/RJ, n. 8, p. 1019-1028, 2003.

SILVA, L. M. Os **Cemitérios na Problemática Ambiental**. São Paulo: SINCESP & ACEMBRA, 1995. 88p.

SILVA, S. A. S. da. Atributos químicos e microbiológicos em latossolo amarelo sob sistemas agroflorestais e floresta secundária em Bragança, Pará. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – **Faculdade de Ciências Agrárias**, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2011.

REYES, F. G. R.; TOYOHARA, D. Q. K.; TOLEDO, M. C. F. **Nitritos e Nitratos Em Alimentos: Ocorrência, Absorção e Efeitos Tóxicos**. METEPEC-MEXICO: CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA E SAUDE, 1987.

ROMANÓ, E. N. de L. **Cemitérios: Passivo Ambiental E Medidas Preventivas e Mitigadoras**, 2005. Disponível em: >[http://www.sobrade.com.br/eventos/2005/visinrad/palestras/elma\\_romano\\_cemiterio.pd](http://www.sobrade.com.br/eventos/2005/visinrad/palestras/elma_romano_cemiterio.pd)< Acesso em: 12 Jul. 2011.

TEDESCO, M. J. **Análise de solo, plantas e outros minerais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

ZYCHOWSKI, J. Impact of cemeteries on groundwater chemistry: A review, **Catena**, v. 93, p. 29-37, 2012.