

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

ESTUDO DO EFEITO DE CADÁVER ENTERRADO NA
CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES (ALUMÍNIO, POTÁSSIO,
MAGNÉSIO, FÓSFORO, SÓDIO E CÁLCIO) EM SOLO DA RESERVA
DUCKE (MANAUS-AM)

Bolsista: Larissa Cristine Andrade da Costa, CNPq

Orientadora: Prof^a Dr^a Karime Rita de Souza Bentes

MANAUS
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

ESTUDO DO EFEITO DE CADÁVER EXUMADO NA CONCENTRAÇÃO
DE MACRONUTRIENTES (ALUMÍNIO, POTÁSSIO, MAGNÉSIO,
FÓSFORO SÓDIO E CÁLCIO) EM SOLO DA RESERVA DUCKE
(MANAUS-AM)

Bolsista: Larissa Cristine Andrade da Costa, CNPq

Orientadora: Prof^a Dr^a Karime Rita de Souza Bentes

MANAUS
2015

RESUMO

Existem vários tipos de métodos que auxiliam na investigação de uma cena de crime onde tenha ocorrido óbito e o cadáver encontra-se exposto, que são a tanatologia forense, autópsia médico-legal, determinação do IPM e outros. A tanatologia forense é o exame minucioso realizado pelos peritos no local do crime, de maneira que o ambiente que circunda a morte do indivíduo encontrado precisa ser isolado para que não haja interferências de terceiros. A autópsia médico-legal é uma ferramenta de determinação da causa da morte, e é solicitada sempre que o cadáver apresente característica de uma morte violenta (acidente, homicídio ou suicídio) ou que a causa da morte aparente ser indeterminada, mas que pela disposição da cena ao redor do cadáver apresente evidências da ação de um agente externo. (Menon, Fernandes, Paranhos, & Silva, 2001). A outra ferramenta que pode ser utilizada é o Intervalo pós-morte (IPM) é um parâmetro utilizado para reconstruir eventos e cenas da morte, sejam elas criminosas ou acidentais. As principais formas de estabelecer o IPM consistem da observação de determinadas características adquiridas pelo cadáver devido aos fenômenos de decomposição, sendo estas: primeiro, o esfriamento de cadáver (*algor mortis*). Segundo, a rigidez cadavérica (*rigor mortis*). Terceiro, os níveis de Potássio e Cálcio no humor vítreo dos olhos, a coagulação sanguínea, o conteúdo gástrico e estágio de putrefação. (Vass, Arpad Alexander, 1991; Turner, Bryan; Wiltshire, Patricia, 1999). As ferramentas de análises de determinação do IPM de um cadáver exposto não podem ser as mesmas ferramentas para o IPM de um cadáver enterrado. As diferenças entre a decomposição de um enterrado e um exposto são distintas, abaixo da terra o cadáver tem menos influência da temperatura, entretanto tem muita influência da umidade e por causa do contato direto solo-cadáver, pode se ter maior ação dos microrganismos decompositores. Baseado nessa diferença enterrado/exposto foi criado um método de IPM para cadáveres enterrados. Buscando auxiliar na determinação do IPM de cadáveres enterrados, através da análise de concentração de macronutrientes no solo, liberados do cadáver para o mesmo. As ferramentas utilizadas para determinar as concentrações dos macronutrientes demonstraram bons resultados, podendo futuramente ser utilizado para a objeção de um IPM para casos crimes.

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Variações das Concentrações de Al^{3+} , concentração *versus* dias 16
- Gráfico 2 – Variações das Concentrações de Ca^{2+} , concentração *versus* dias.....16
- Gráfico 3 – Variações das Concentrações de Mg^{2+} , concentração *versus* dias.....17

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Níveis de pH em água 15
- Tabela 2 – Níveis de pH em KCl 15
- Tabela 3 – Concentração de Fósforo Disponível em mg/kg 17
- Tabela 4 – Concentração de K^+ em mg/kg 18

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	7
3. OBJETIVOS	10
3.1 Geral.....	10
3.2 Específicos	10
4. METODOLOGIA	10
4.1. Experimento Animal	10
4.2. Desenho Experimental	10
4.3. Sítio Amostral (Reserva Ducke)	11
4.4. Destorroar o Solo	11
4.5. Extração dos Macroelementos Alumínio (Al^{+3}), Magnésio (Mg^{+2}) e Cálcio (Ca^{+2}) em KCl...	12
4.5.1 Determinação de Alumínio Trocável (Al^{+3}).....	12
4.5.2 Determinação de Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio (Mg^{2+})	12
4.9. Determinação de pH.....	14
05. RESULTADOS E DISCUSSÕES	14
5.1. Resultados Obtidos de pH.....	15
5.2 Resultados Obtidos de Alumínio Al^{3+}	16
5.3. Resultados Obtidos de Cálcio (Ca^{2+}).....	16
5.4. Resultados Obtidos de Magnésio (Mg^{2+})	17
5.5 Resultados Obtidos de Fósforo	17
5.6 Resultados Obtidos de Potássio.....	18
6. CONCLUSÃO.....	19
07. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	20

1. INTRODUÇÃO

O IPM (Intervalo Pós-morte) consiste de um parâmetro judicial que determina o tempo entre a ocasião da morte e a descoberta do cadáver, sendo este de suma importância na reconstrução de um crime que leva a vítima ao óbito, tanto em casos de homicídio doloso ou culposo. O IPM pode ser determinado de diferentes formas, baseado nos fenômenos de decomposição que ocorrem após a morte, dentre estes métodos os mais comuns são a identificação das fases de decomposição cadavérica, resumindo-se em 5 fases distintas de decomposição cadavérica, e a análise de larvas e insetos que habitam o cadáver.

Em caso de omissão de cadáveres em covas rasas, quando a decomposição é mais lenta, as ferramentas comuns de determinação do IPM não são precisas, pois estas focam no estudo dos corpos expostos, uma solução para o problema em questão é o uso de ferramentas alternativas, como por exemplo, a análise do solo ao redor dos corpos enterrados.

Durante o processo de decomposição de um cadáver enterrado a excreção dos constituintes do corpo para o solo, altera a fertilidade deste apenas no terreno que esteja dentro de diâmetro máximo de 2 metros ao redor do corpo, dependendo do tipo de solo, isto porque o corpo humano possui uma série de nutrientes tais como nitrogênio, enxofre e os demais macronutrientes, que são: Ca (Cálcio), Al (Alumínio), K (Potássio), Mg (Magnésio), Na (Sódio) e P (Fósforo). Como este processo de excreção de substâncias químicas ocorre durante toda a decomposição, o acompanhamento das alterações dos níveis destes compostos no solo pode ser utilizado na construção de um modelo de previsão de IPM.

Os macronutrientes são minerais inorgânicos necessários em grandes quantidades nos organismos vivos, estando presentes nos tecidos e sangue além de serem extremamente necessários para a nutrição das plantas no solo sendo assim, um fator determinante da fertilidade do solo. Dentre os macronutrientes cujo teor foi estudado em pesquisas sobre decomposição cadavérica estão Al, P, Mg, K e Na, dos quais, segundo dados da literatura durante a decomposição de um humano de 68 kg há liberação de teores 300, 50 e 10 µg de K, Ca e Mg para o solo respectivamente.

Na presente pesquisa foi feita uma nova abordagem quanto a análise de solo, ao tratar de algo ainda não foi explorado no Brasil, para a elucidação de crimes, que consiste na

determinação quantitativa de macroelementos liberados durante todo o processo de decomposição de uma carcaça exumada em solo típico da região amazônica, em clima tropical equatorial úmido.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Existem vários tipos de métodos que auxiliam na investigação de uma cena de crime onde tenha ocorrido óbito e o cadáver encontra-se exposto, que são a tanatologia forense, autópsia medico-legal, determinação do IPM e análise entomológica.

A tanatologia forense é o exame minucioso realizado pelos peritos no local do crime, de maneira que o ambiente que circunda a morte do indivíduo encontrado precisa ser isolado para que não haja interferências de terceiros, a fim de estabelecer:

- A identificação do cadáver
- O mecanismo da morte
- A causa da morte

A autópsia médico-legal é uma ferramenta de determinação da causa da morte, e é solicitada sempre que o cadáver apresente característica de uma morte violenta (acidente, homicídio ou suicídio) ou que a causa da morte aparente ser indeterminada, mas que pela disposição da cena ao redor do cadáver apresente evidências da ação de um agente externo. (Menon, Fernandes, Paranhos, & Silva, 2001)

Um método de elucidação de crimes ou acidentes, também muito utilizado hoje em dia pela ciência forense é a entomologia forense, a qual ajuda a determinar o local e o tempo do acidente, homicídio ou suicídio ocorrido de acordo com a fauna encontrada no cadáver e o estágio de desenvolvimento da mesma. (Janyra Costa, 2013)

Outra ferramenta que pode ser utilizada é o Intervalo pós-morte (IPM) é um parâmetro utilizado para reconstruir eventos e cenas da morte, sejam elas criminosas ou acidentais. As principais formas de estabelecer o IPM consistem da observação de determinadas características adquiridas pelo cadáver devido aos fenômenos de decomposição, sendo estas: primeiro, o esfriamento de cadáver (*algor mortis*), a temperatura ambiente de um ser humano registra-se em cerca de 36°C, em casos de óbito o corpo vai perdendo 1°C por hora após a morte. Segundo, a rigidez cadavérica (*rigor mortis*). Terceiro, os níveis de Potássio e Cálcio no humor vítreo dos olhos, coagulação sanguínea, conteúdo gástrico e

estágio de putrefação. (Vass, Arpad Alexander, 1991; Turner, Bryan; Wiltshire, Patricia, 1999)

A determinação do IPM no *livor mortis*, *momento* durante a decomposição da matéria orgânica que constitui o corpo, que corresponde ao acúmulo de sangue nas regiões que estão mais próximas ao solo devido à ação da gravidade. Essas áreas de acúmulo sanguíneo adquirem colorações características de tons que vão do vermelho ao roxo que, ao serem pressionadas ocorre um espalhamento de cor que é estabelecida quase imediatamente quando deixam de ser pressionadas, quando essas regiões são pressionadas e os resultados não é o mesmo isso indica que o IPM pode ser estimado de 6 a 15 horas. (Garrido & Naia, 2014)

Conforme começa o processo de autólise e putrefação as proteínas, lipídios e aminoácidos são decompostos a seus constituintes menores ou compostos tóxicos, que após a ruptura da pele durante a transição entre a fase *enfisematosa* (caracterizada pela produção de gases e de álcool etílico. Os gases mais frequentes são o metano, amônia, putrescina, cadaverina e hidretos de enxofre, fósforo e flúor) e *coliquativa* (caracterizada pela “liquefação” tecidual, adquirindo o cadáver um aspecto de pasta). Como a pele rompeu tudo que foi gerado vai para o ambiente ao redor formando uma zona conhecida como Ilha de Decomposição cadavérica, que pode ter um diâmetro grande ou pequeno, dependendo do ambiente.

Dentre os minerais que são liberados em grandes quantidades durante as primeiras etapas da decomposição, que consistem da degradação dos tecidos moles (tecido conjuntivo, epitelial e muscular), e nas últimas etapas constituídas da decomposição dos tecidos ósseos. Dentre os macroelementos estão o Alumínio (Al), Fósforo(P), Magnésio (Mg), Potássio(K) e Sódio (Na), dos quais, durante decomposição de um humano de 68 kg há liberação de teores 300, 50 e 10 µg de K, Ca e Mg por grama de solo, respectivamente, e de 5 à 150 µg de P e Al por grama de solo. (Tognon, André Luiz, 2012) A Composição química dos macroelementos, obtidos da variação dos tipos de solo em função do relevo da Reserva Duce, são de 0,40 a 1,05 cmol/Kg de Al, 0,01 a 0,04 cmol/Kg de Mg, 0,01 a 0,04 mg/kg de K, 7 a 153 mg/Kg (Raij, Bernardo van; Andrade, João Carlos; Cantarella, Heitor; Quaggio, José Antônio, 2001)

As ferramentas de análises de determinação do IPM de um cadáver exposto não podem ser as mesmas ferramentas para o IPM de um cadáver enterrado. As diferenças entre a decomposição de um enterrado e um exposto são distintas, abaixo da terra o cadáver tem menos influencia da temperatura, entretanto tem muita influência da umidade e por causa do

contato direto solo-cadáver, pode se ter maior ação dos microrganismos decompositores. Por outro lado no cadáver enterrado não existe ação de insetos e animais de pequeno médio porte que consomem maior parte da matéria orgânica do cadáver. Devido essas diferenças os métodos de determinação de IPM são imprecisos quando o cadáver encontra-se enterrado, conforme visto no trabalho de Turner onde a análise entomológica teve um atraso de 10 semanas no IPM enquanto a análise do solo foi precisa em determinar 17 semanas. (Bryan Turner, 1999)

Segundo Benninger, et al., 2008 uma solução para o estudo do intervalo pós-morte nos casos envolvendo exumação seria a utilização das alterações nas características físico-químicas do solo ocasionados pelo decomposição de um cadáver. Essas alterações ocorrem devido a degradação dos tecidos e fluidos que constituem um organismo vivo os quais liberam uma serie de compostos químicos que alteram propriedades como por exemplo pH e os níveis de cátions e ânions no solo.

Esse estudo criará um modelo de previsão do IPM baseado nos macroelementos que são minerais inorgânicos com importante papel nos organismos vivos, sendo necessários em grandes quantidades que variam de 300 mg a 1200 mg por dia. (Towne, E. Gene, 2000)

Cálcio: É integrante dos ossos, tecido conjuntivo e musculo. Compõem 99% dos ossos.

Fósforo: É integrante da estrutura óssea, auxíla na manutenção do tecido nervoso.

Magnésio: Regula o sistema nervoso central e assimilação de Cálcio e Vitamina C.

Potássio: É um regulador homeostásico e participa na contração do musculo cardíaco.

Sódio: Equilibra os líquidos corporais, juntamente com o potássio, manutenção do equilíbrio ácido básico, excitabilidade de músculos e controla a pressão osmótica.

Alumínio: Auxilia no funcionamento do cérebro e dos pulmões.

Estas quantidades podem ser determinadas através de métodos analíticos que podem ser titulométricos e espectroscópicos. Tendo em vista as alterações dos níveis de macroelementos no solo resultantes do processo de decomposição cadavérica e a ausência de estudos no Brasil que abrangem a análise da decomposição de enterrados em cova rasa do início ao fim, esta pesquisa propõe quantificar os níveis de Potássio, Alumínio, Fósforo,

Magnésio e Cálcio no solo ao redor de uma carcaça suína enterrada em cova rasa com modo de simular a decomposição humana nas mesmas condições.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Por meio da análise do solo contido nos arredores de um cadáver suíno, determinar o nível dos macroelementos: Alumínio (Al), Potássio (K), Magnésio (Mg), Fósforo (P) e Sódio (Na) afim de estimar o intervalo pós morte do cadáver.

3.2 Específicos

- Coletar amostras de solo aos arredores do cadáver de porco;
- Determinar os teores de pH nas amostras de solo circundante do cadáver enterrado;
- Determinar os níveis de Magnésio (Mg), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Sódio (Na) e Alumínio (Al) em amostras de solo circundante do cadáver enterrado;
- Estudar a relação existente entre os parâmetros estudados;
- Desenvolver um modelo baseado nos níveis de Mg, P, K, Ca e Na, Al e outros fatores estudados no solo como ferramenta para auxílio da determinação do intervalo pós-morte.

4. METODOLOGIA

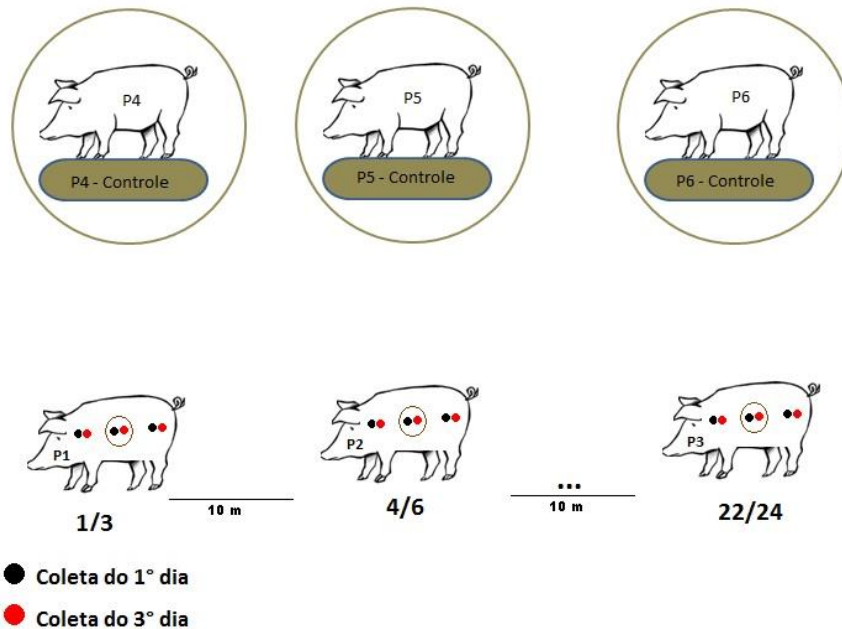
4.1. Experimento Animal

O projeto foi realizado com a utilização de porcos domésticos (*Sus scrofa domestica*, 1758) adultos pesando 15kg que corresponde a ¼ do peso de um adulto, o porco é um animal utilizado nas investigações cadavéricas pois sua constituição dérmica e relação torso/membros se assemelham ao dos humanos, estes animais foram abatidos por disparo de arma de fogo na região occipital, a região occipital é um osso membranoso em forma de disco situado na parte traseira (posterior) e inferior do crânio. O abate foi feito por pessoas especializadas e de acordo com as exigências do comitê de ética [CEUA/UFAM007/2014] em experimentação animal, sem haver contato dos bolsistas, realizado por veterinário credenciado.

4.2. Desenho Experimental

Foram utilizados como modelos 6 suínos, que foram enterrados há cerca de 50cm de profundidade (cova rasa) e 10m de distância entre si tanto os expostos quanto os enterrados, sendo 3 modelos enterrados, similarmente e simultaneamente, e 3 modelos expostos (modelo

controle). A partir da data de abate dos animais, cada modelo foi manipulado há cada 72 horas, até completar 24 dias.



As amostras foram levadas para análises em laboratório, essas foram retiradas das regiões laterais anteriores, posteriores e região central do cadáver nas profundidades de 0-10 cm, 10-20cm. Após a retirada das amostras, os modelos foram enterrados novamente no local inicial, para que fossem realizadas outras análises.

4.3. Sítio Amostral (Reserva Ducke)

A área em que eles foram exumados é de mata em platôs de terra firme e com floresta primária, na Reserva Ducke, do Instituto Nacional de Pesquisas do Amazonas (INPA), localizada na rodovia estadual AM – 010, Km-26, Manaus, Amazonas, Brasil com área de 100Km².

4.4. Destorroar o Solo

As amostras destinadas a análises de macroelementos tanto em KCl quanto em Melich-1, elas precisaram ser secas, para que isso ocorra, as amostras foram mantidas na casa de vegetação durante 03 dias até a secagem, destorroa o solo e posteriormente passadas na peneira de 0,02 mesh, onde toma-se TFSA: Terra Fina Seca ao Ar.

Logo após este procedimento, começaram as análises do macroelementos através de dois métodos: extração de KCl e extração de duplo ácido (Melich-1)

4.5. Extração dos Macroelementos Alumínio (Al^{+3}), Magnésio (Mg^{+2}) e Cálcio (Ca^{+2}) em KCl

4.5.1 Determinação de Alumínio Trocável (Al^{+3})

A determinação de Alumínio Trocável foi realizada pelo método titulométrico no qual foram titulados 25 mL da amostra extratora em KCl 1N, utilizado como titulante uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,025 N e a adição de 3 gotas do indicador de azul de bromotimol 1%. A viragem se encerra quando se verifica uma leve mudança do amarelo para o verde, saindo de uma situação em que a solução encontra-se ácida (coloração amarela) e passa para uma solução neutra (coloração verde).

$$FATOR = \frac{0,025 \text{ N} \times 50 \text{ mL} \times 100}{25 \text{ mL} \times 5g}$$

$$25 \text{ mL} \times 5g$$

$$Al^{+3} (\text{cmol}_c \text{ Kg}^{-1}) = \text{Amostra} - \text{Branco} \times \text{Fator}$$

Onde:

0,025 N = normalidade do NaOH;

5g = peso em gramas de TFSA;

50 mL = volume da solução extratora;

100 = para expressar a unidade de milliequivalência ($\text{cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ de carga);

Amostra = volume em mL gasto de NaOH na titulação

25 mL = volume da solução extratora a ser titulado;

Branco = solução extratora

4.5.2 Determinação de Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio (Mg^{2+})

Para a determinação de Ca^{2+} e Mg^{2+} , foi feita a diluição de uma solução de Óxido de Lantânio (La_2O_3) 0,1% para prevenir que não houvesse interferentes de análise, formação de óxidos estáveis. Em seguida faz-se a retirada de 2mL da amostra extratora, 8mL de Óxido de Lantânio (La_2O_3). Após esta diluição determina-se a quantidade de Ca e Mg contidos na amostra através do Espectrofotômetro de Absorção Atômica.

$$Ca^{2+} (\text{cmol/kg}) = \frac{(\text{AMOSTRA} * \text{DILUIÇÃO-BRANCO}) * 50 * 100}{25 * 5}$$

$$(1000 * 5 * 40,08) / 2$$

$$\text{Ca}^{2+} \text{ (mg/kg)} = \text{Ca}^{2+} \text{ (cmol/kg)} * 200,4$$

$$\text{Mg}^{2+} \text{ (cmol/kg)} = \frac{(\text{AMOSTRA} * \text{DILUIÇÃO-BRANCO}) * 50 * 100}{(1000 * \text{PESO SOLO} * 24,213) / 2}$$

$$(1000 * \text{PESO SOLO} * 24,213) / 2$$

$$\text{Mg}^{2+} \text{ (mg/kg)} = \text{Mg}^{2+} \text{ (cmol/kg)} * 121,56$$

Onde:

Amostra = leitura da amostra feita pelo EAA;

Diluição = quantas vezes a amostra foi diluída;

Branco = leitura do branco feita pelo EEA;

50 = volume (mL) da solução extratora;

100 = para expressar a unidade de miliequivalência (c/mol de carga);

1000 = para expressar a unidade de Kilogramas;

Peso do solo = 5 g de TFSA;

40,08 = número atômico de Ca^{2+} ;

24,213 = número atômico de Mg^{2+}

2 = valência dos elementos.

4.8. Determinação de Fósforo (P), Potássio (K^+) e Sódio (Na^+) em Duplo Ácido

As amostras foram submetidas com solução de Mehlich I. A solução extratora de Mehlich I, também chamada de solução de duplo-ácido, é constituída por uma mistura de HCl 0,05 M + H_2SO_4 0,0125 M. O emprego dessa solução como extratora de fósforo, potássio e sódio baseia-se na solubilização desses elementos.

A leitura de K^+ e Na^+ foi feita diretamente do material extraído, determinados por Espectrofotometria de Absorção Atômica – EAA. Podendo ser realizados maiores diluições para Potássio em função da abundancia no solo. Determinações de Sódio (Na) não foram possíveis pois houve contaminação de material para que ocorresse as análises. A leitura de P foi feita através de um Espectrofotômetro 660 nm.

4.9. Determinação de pH

A determinação dos parâmetros de pH foi seguido a metodologia descrita no Manual de Métodos de Análise de Solo, Embrapa (1997).

Para a leitura do pH será utilizado um phmetro e uma solução suspensa da amostra. Primeiramente será posto em um béquer de 100 mL 10 g da amostra, e adicionado 25 mL de água destilada, seguido de homogeneização e posterior repouso de uma hora para decantação dos sólidos. Passado esse período o eletrodo do phmetro será imerso na solução para leitura do pH da amostra.

05. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os resultados apresentados nota-se que o pH do porco enterrado 1 apresenta características menos ácidas quando o pH é feito em KCl. Variando em uma faixa entre 6 e 7 para pH's em água, algumas situações tem seu pH neutro, e variando entre 2 e 5 para pH's em KCl. No gráfico 1, pode-se perceber que as concentrações de Al^{3+} na região anterior e central possuem um comportamento similar, onde, no dia 12 apresentam um pico demonstrando maior nível de concentração do Al^{3+} , diferenciando-se da região posterior que apresenta um comportamento diferenciado. No gráfico 2, é possível notar que a maior concentração de Cálcio apresenta-se na região central e somente no terceiro dia, no decorrer dos outros dias é notável que os níveis de concentrações são similares para as três regiões do porco. O Gráfico 3, representa os níveis de concentrações do Mg^{2+} , a região posterior, anterior e centro apresentam comportamento similares no decorrer do dias, mas é perceptível que no dia 9 a concentração de Magnésio é bem elevada, fase onde também a região posterior, anterior e centro apresentam um comportamento mais similar ainda. Momento corresponde a fase de decomposição coligativa que apresenta maior atividade de microrganismos. Na tabela 3 é possível perceber que as concentrações de Fósforo no solo aumentam com o decorrer dos dias, de maneira gradativa. Na tabela 4, representa os níveis de concentrações do K^+ , as concentrações sofrem alterações diariamente, mas no dia 9 de coleta o solo apresenta uma concentração de Potássio bem elevada correspondente à 979 mg/kg. Momento corresponde a fase de decomposição coligativa que apresenta maior atividade de microrganismos e liberação do micronutriente.

5.1. Resultados Obtidos de pH

Tabela 1. Níveis de pH em água

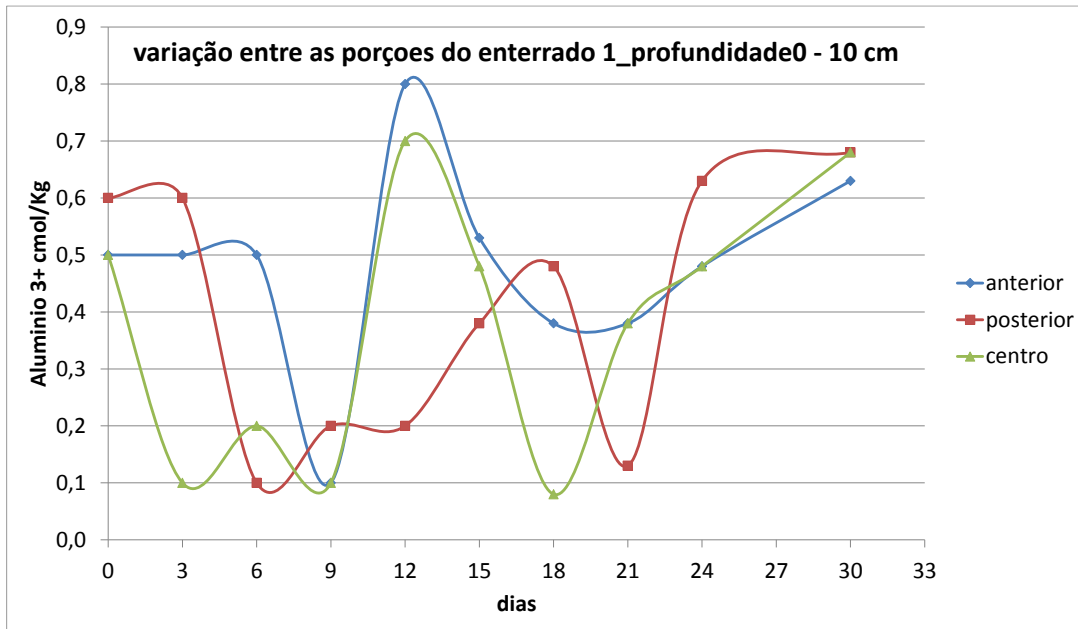
MODELO	PORÇÃO	PROF. (cm)	pH em água dias pós-enterramento								
			0	3	6	9	12	15	18	21	24
ENTERRADO 1	ANTERIOR	0 - 10	6,06	4,04	4,68	6,51	5,76	4,25	4,65	5,75	6,05
		10 - 20	6,06	4,06	4,55	6,80	4,81	4,16	4,60	4,94	6,34
	POSTERIOR	0 - 10	6,12	4,33	4,42	6,26	6,54	4,24	5,13	6,43	4,91
		10 - 20	6,12	4,50	4,45	6,53	6,25	4,04	3,98	6,75	4,80
	CENTRO	0 - 10	6,00	5,02	5,95	6,51	5,20	4,30	4,36	5,87	4,72
		10 - 20	6,00	4,99	5,51	7,10	5,30	3,83	6,08	7,06	5,48
ENTERRADO 2	ANTERIOR	0 - 10	5,93	5,18	5,38	6,32	4,54	5,16	5,54	6,09	5,50
		10 - 20	5,93	4,91	6,30	6,37	4,40	6,44	4,74	5,93	5,23
	POSTERIOR	0 - 10	4,76	5,08	4,53	5,10	4,30	5,11	7,06	6,56	5,34
		10 - 20	4,76	5,05	6,43	4,56	4,48	4,00	6,70	6,22	5,23
	CENTRO	0 - 10	4,57	5,40	7,30	5,87	4,42	5,31	6,26	6,50	5,25
		10 - 20	4,57	5,06	5,74	5,83	4,24	5,00	6,32	5,78	5,05
EXPOSTO	ANTERIOR	0 - 10	4,23	5,54	5,25	5,63	6,00	5,88	6,41	6,38	6,28
		10 - 20	4,23	4,64	5,20	5,14	6,51	6,07	5,58	6,15	-
	POSTERIOR	0 - 10	4,44	4,91	5,81	6,05	7,03	7,69	6,04	6,14	6,29
		10 - 20	4,44	5,36	5,00	6,70	6,91	6,61	5,64	5,53	-
	CENTRO	0 - 10	4,58	5,37	5,80	5,73	6,80	5,15	6,74	6,57	6,15
		10 - 20	4,58	5,82	5,63	6,35	7,27	5,79	6,80	5,87	-
SOLO DISTANTE	0 - 10			6,18		4,16				-	
	10 - 20			6,13		4,01				-	

Tabela 2. Níveis de pH em KCl

MODELO	PORÇÃO	PROF. (cm)	pH em KCl dias pós-enterramento								
			0	3	6	9	12	15	18	21	24
ENTERRADO 1	ANTERIOR	0 - 10	3,28	3,02	3,15	3,30	3,36	2,99	2,93	3,27	3,46
		10 - 20	3,28	2,85	3,22	4,56	3,07	3,07	2,99	3,25	4,180
	POSTERIOR	0 - 10	3,41	3,15	3,23	3,63	4,40	3,08	3,01	4,41	3,00
		10 - 20	3,41	4,04	3,15	4,68	4,04	3,08	2,95	4,79	3,080
	CENTRO	0 - 10	3,43	3,62	3,96	3,58	3,20	3,01	3,36	3,43	2,96
		10 - 20	3,43	3,87	3,56	4,63	3,24	3,05	4,08	4,48	3,32
ENTERRADO 2	ANTERIOR	0 - 10	3,44	3,91	3,42	4,39	2,94	3,37	3,42	3,54	3,28
		10 - 20	3,44	4,06	4,17	4,30	2,95	4,31	3,75	3,55	3,06
	POSTERIOR	0 - 10	3,19	3,65	2,96	2,65	2,87	3,29	4,72	3,73	3,08
		10 - 20	3,19	4,05	4,55	2,80	2,88	2,96	3,96	3,75	3,13
	CENTRO	0 - 10	2,88	4,05	5,15	3,60	2,70	3,27	4,12	3,38	3,18
		10 - 20	2,88	3,36	3,53	3,66	2,66	3,59	3,97	3,37	3,18
EXPOSTO	ANTERIOR	0 - 10	2,96	3,04	3,60	3,71	3,75	3,94	4,02	3,72	4,25
		10 - 20	2,96	3,38	3,45	3,39	4,36	3,76	3,52	-	-
	POSTERIOR	0 - 10	3,31	3,70	4,08	4,06	4,75	5,27	3,68	4,19	4,26
		10 - 20	3,31	3,76	3,72	4,15	4,84	4,06	3,34	3,94	-
	CENTRO	0 - 10	3,45	3,89	3,58	3,34	4,51	3,86	3,44	4,57	4,11
		10 - 20	3,45	3,24	3,82	4,26	5,14	3,61	4,43	3,75	-
SOLO DISTANTE	0 - 10			2,81		3,13				-	
	10 - 20			3,12		3,16				-	

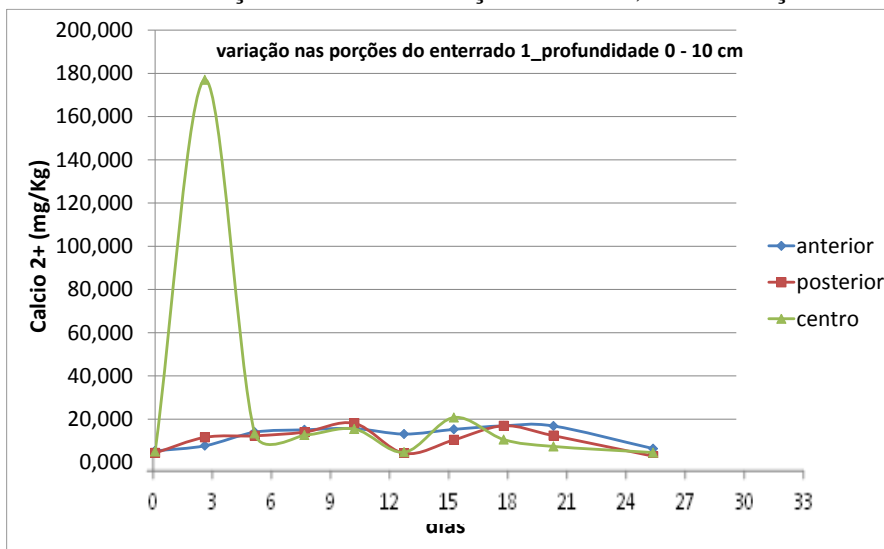
5.2 Resultados Obtidos de Alumínio Al^{3+}

Gráfico 1. Variações das concentrações de Al^{3+} , concentração *versus* dia.



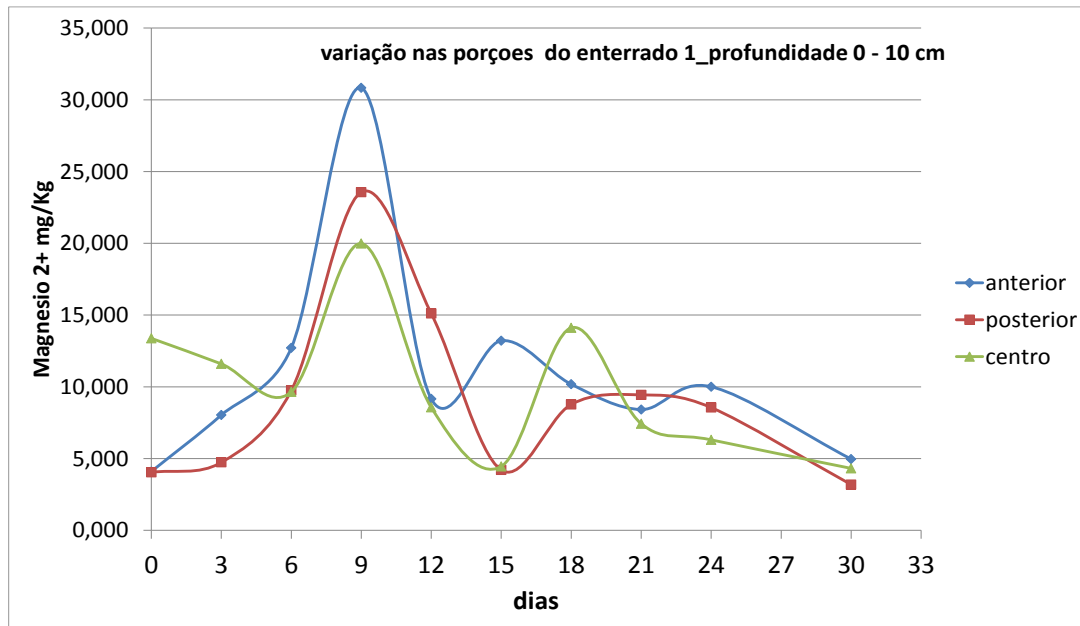
5.3. Resultados Obtidos de Cálcio (Ca^{2+})

Gráfico 2. Variações das concentrações de Ca^{2+} , concentração *versus* dia.



5.4. Resultados Obtidos de Magnésio (Mg^{2+})

Gráfico 3. Variações das concentrações de Mg^{2+} , concentração *versus* dia.



5.5 Resultados Obtidos de Fósforo

Tabela 3. Concentração de Fósforo Disponível em mg/kg

		P DISPONÍVEL EM Mg/Kg DIAS APÓS O ENTERRO										
MODELO	PORÇÃO	PROF. (cm)	0	3	6	9	12	15	18	21	24	30
ENTERRADO 1	ANTERIOR	0 -- 10	0,24	0,2	0,2	0,47	0,33	1,41	-	0,62	5,92	1,32
		10 -- 20	0,24	0,2	0,2	0,35	1,72	4,21	0,63	0,4	0,87	0,4
	POSTERIOR	0 -- 10	0,2	0,19	0,19	0,3	0,53	0,18	0,37	1,13	0,57	0,28
		10 -- 20	0,2	0,28	0,28	0,48	0,27	0,21	0,38	1,14	1,03	0,97
	CENTRAL	0 -- 10	0,25	0,44	0,44	4,6	1,24	0,21	0,39	1,1	0,36	0,19
		10 -- 20	0,25	0,35	0,35	0,74	1,47	0,23	0,29	3,68	0,4	0,21
ENTERRADO 2	ANTERIOR	0 -- 10	0,56	0,46	0,46	4,37	0,39	0,18	0,33	0,49	0,3	0,23
		10 -- 20	0,56	0,3	0,3	3,95	0,54	0,2	0,3	1,25	-	0,85
	POSTERIOR	0 -- 10	0,48	0,41	0,41	0,8	0,49	0,53	0,69	1,16	0,91	0,24
		10 -- 20	0,48	0,36	0,36	5,92	0,51	1,41	1,37	0,92	0,71	1,38
	CENTRAL	0 -- 10	0,26	0,43	0,43	8,94	0,62	0,71	1,3	1,01	-	1,45
		10 -- 20	0,26	0,36	0,36	0,63	0,49	0,3	1,22	1,49	0,81	2,24
EXPOSTO	ANTERIOR	0 -- 10	0,52	0,33	0,33	0,47	0,46	0,69	1,01	1,47	0,71	1,79
		10 -- 20	0,52	0,28	0,28	0,39	0,54	1,34	1,21	1,09	0,95	2,16
	POSTERIOR	0 -- 10	0,29	0,34	0,34	1,21	0,78	2,46	2,03	1,32	3,81	2,5
		10 -- 20	0,29	0,34	0,34	1,29	4,74	1,33	1,53	0,48	0,94	2,29
	CENTRAL	0 -- 10	0,23	0,49	0,49	0,79	1,78	-	2,05	1,81	1,74	2,03
		10 -- 20	0,23	12,51	12,51	0,28	2,33	-	1,22	1,3	0,62	2,31
SOLO DISTANTE	0 -- 10	-	-	-	1,67	-	-	-	-	-	-	0,95
	10 -- 20	-	-	-	0,87	-	-	0,51	-	-	-	1,38

5.6 Resultados Obtidos de Potássio

Tabela 4. Concentrações de Potássio em mg/kg

Concentrações de Potássio (K+) mg/kg												
			Dias pós enterro									
MODELO	PORÇÃO	PROF. (cm)	0	3	6	9	12	15	18	21	24	30
ENTERRADO 1	ANTERIOR	0 -- 10	29,7	62,6	109,6	131,6	40,8	5,8	26,5	39,8	16,6	0
		10 -- 20	29,7	54,6	146,6	65,6	12,7	34,4	13,5	14,8	30,8	32,3
	POSTERIOR	0 -- 10	70,1	70,6	107,1	113,1	55,8	31	7,8	37,2	4,8	0
		10 -- 20	70,1	68,6	156,6	117,1	38,9	14,4	12,7	32,9	10,2	0
	CENTRAL	0 -- 10	50,6	69,1	81,1	161,1	12,4	5,5	9,3	26,7	2,3	0,1
		10 -- 20	50,6	155,1	98,1	86,6	18,8	20,1	8,9	46,8	9,9	0
ENTERRADO 2	ANTERIOR	0 -- 10	58,6	81,1	137,6	344,6	9,8	24,6	7,6	11,1	36,5	2,5
		10 -- 20	58,6	133,1	254,6	153,6	36,8	37,8	20,6	26,3	31,5	2,3
	POSTERIOR	0 -- 10	130,1	82,6	79,1	599,1	18,2	39,6	56,8	41,3	30,7	39,8
		10 -- 20	130,1	99,6	85,1	231,1	11,9	36	62,3	48,3	23,5	57,8
	CENTRAL	0 -- 10	192,1	109,6	102,6	979,1	21,3	27,5	41,1	40,9	30,8	49,3
		10 -- 20	192,1	146,1	96,6	185,8	20,4	14,4	36,3	56,8	26,9	54,8
EXPOSTO	ANTERIOR	0 -- 10	88,6	107,1	64,6	24,5	24,7	18,8	53,3	45,8	87,8	68,8
		10 -- 20	88,6	156,6	155,1	180,3	21,3	23,8	63,8	80,3	32,3	61,3
	POSTERIOR	0 -- 10	152,1	81,1	77,6	161,8	7,1	73,8	71,8	21,2	43,8	86,8
		10 -- 20	152,1	133,1	107,6	219,8	7	38,8	77,3	67,8	14,4	106,8
	CENTRAL	0 -- 10	59,6	82,6	127,6	26,1	6,1	38,3	60,8	32,7	37	81,3
		10 -- 20	59,6	99,6	198,6	22,6	3,9	35,1	52,8	32,3	3	81,3
SOLO DISTANTE	0 -- 10	-	-	-	56,8	-	-	-	-	-	-	86,8
	10 -- 20	-	-	-	44,3	-	-	18,4	-	-	-	70,8

6. CONCLUSÃO

A pesquisa trouxe resultados promissores pra desenvolver um modelo baseado nos níveis de Mg, P, K, Ca, Na e Al e também outros fatores como pH foram estudados no solo como ferramenta para auxílio da determinação do intervalo pós-morte de cadáveres enterrados.

Buscou-se com esta pesquisa melhorar o desempenho de análises criminais no Amazonas, e futuramente no Brasil, ao tratar de algo ainda não foi explorado no país. Fazendo uma nova abordagem quanto a análise de solo, referente ao processo de decomposição de uma carcaça exumada em solo típico da região amazônica, em clima tropical equatorial úmido. Podendo ser aplicado em diversos outros estados do país com as mesmas condições climáticas.

07. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Fundamentos da Química do Solo. Eduardo Bernadi Luchese, Luzia Otília Bortotti Favero, Erwim Lenzi. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2001. 67 p.

Velho, J. A., Geiser, G. C., & Espindula, A. (2012). *Ciências Forenses: Uma Introdução às Principais Áreas da Criminalística Moderna*. Campinas: Editora Millennium.

Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. EMBRAPA, Brasília. 1999. 370p.

Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. EMBRAPA, Brasília. 1999. 370p.

Tropical Soil Biology and Fertility, A Handbook of Methods. Edited by J.M. Anderson e J.S.I. Ingram, second edition, 1993.

Fundamentos da Química do Solo. Eduardo Bernadi Luchese, Luzia Otília Bortotti Favero, Erwim Lenzi. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2001. 77 p.

Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. EMBRAPA, Brasília. 1999. 370p.

Análise química do solo para fins de fertilidade. Bernardo Van Raij, José Antônio Quaggio, Heitor Cantarella e outros. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170 p.