

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

ANDRESSA JUNKERFEURBOM

**DISPOSIÇÃO DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
EFLUENTES EM SOLOS ARGILOSOS NO MUNICÍPIO DE
MATELÂNDIA- PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2017

ANDRESSA JUNKERFEURBOM

**DISPOSIÇÃO DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
EFLUENTES EM SOLOS ARGILOSOS NO MUNICÍPIO DE
MATELÂNDIA- PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo Ambiental, do Departamento Acadêmico De Ciências Biológicas E Ambientais, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Orssatto
Coorientador: Prof. Dr. Anderson Sandro da Rocha

MEDIANEIRA

2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira
Departamento Acadêmico de Ciências Biológicas e Ambientais
Tecnologia em Gestão Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

**DISPOSIÇÃO DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM
SOLOS ARGILOSOS NO MUNICÍPIO DE MATELÂNDIA- PR**

por

ANDRESSA JUNKERFEURBOM

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado 30 de novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Fabio Orssatto
Prof. Orientador

Anderson Sandro da Rocha
Prof. Coorientador

Carla Limberger Lopes
Membro titular

Fabio Palczewski Pacheco
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho a minha família, por toda paciência, apoio e amor que me foi dado neste período de conclusão do curso.

AGRADECIMENTOS

Com um único agradecimento não seria possível lembrar de fato todos que me ajudaram neste período, pois muitos apenas com um abraço me consolaram nos dias mais difíceis.

Primeiramente agradeço a Deus, por toda força que me foi dada, calma nos momentos que precisei, e por ser base em minha vida.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Fabio Orssatto, pela dedicação, paciência, companheirismo e a cima de tudo por acreditar em minha capacidade.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Anderson Sandro da Rocha, pela sua disponibilidade de ajudar, e atenção em todos os passos do trabalho.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

A meus colegas no período de estágio, que foram de grande importância para a realização deste trabalho.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio. De modo especial a meus pais, que são minha base e exemplo de vida, as minhas irmãs, minha Irmã Adriana por todo auxílio e paciência. E ao meu marido, Tiago, que em todos os momentos esteve ao meu lado, sendo meu grande companheiro.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

JUNKERFEURBOM, Andressa. **DISPOSIÇÃO DO LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM SOLOS ARGILOSOS NO MUNICÍPIO DE MATELÂNDIA- PR.** 2017. 39 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2017.

O trabalho foi realizado no município de Matelândia, em parceria com um laticínio de da região, teve como objetivo principal identificar se o uso do lodo resultante do processo de tratamento de efluentes desta mesma empresa pode alterar alguma característica química do solo. O lodo é rico em matéria orgânica, e muito utilizado como biofertilizante em propriedades rurais. Para a realização deste trabalho foram realizadas coletas de solo a 15 e 30 cm de profundidade, em diferentes pontos em locais com aplicação do lodo, destes ensaios foram determinados: pH, alumínio, fósforo, CTC (capacidade de troca catiônica), soma de bases trocáveis, saturação por bases e matéria orgânica, a partir dos resultados foi realizada a comparação do solo, com a utilização do lodo gerado por flotador com o uso de coagulante orgânico e posteriormente o lodo gerado por flotador com uso do produto químico PAC (policloreto de alumínio). Com os devidos resultados, foi possível perceber que na duração de seis meses, não houveram grandes alterações no solo, porém o ideal seria continuar o acompanhamento com análises periódicas.

Palavras-chave: Alumínio. Saturação por bases. PAC. Matéria orgânica. Laticínio.

ABSTRACT

JUNKERFEURBOM. Andressa. **EFFLUENT TREATMENT STAGE SLOPE DISPOSAL OF ARGYLUS SOILS IN THE MUNICIPALITY OF MATELÂNDIA-PR.2017.** 39 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia Em Gestão Ambiental - Federal Technology University - Parana. Medianiera, 2017.

The study was carried out in Matelândia, in partnership with a food industry of the region, whose main objective was to identify if the use of sludge resulting from the effluent treatment process of this same company may change some chemical characteristics of the soil. Sludge is rich in organic matter, and widely used as a biofertilizer on rural properties. In order to carry out this work, the following methodology was used: soil samples were collected at 15 and 30 cm depth, seven main analyzes were carried out: pH, Aluminum, Phosphorus, CTC, Sum of Bases Exchangeable, Base Saturation and Matter From the results, soil comparison was carried out using sludge generated by flotation with the use of organic coagulant and later the sludge generated by flotation using the chemical PAC. With the right results, it was possible to notice that during the six-month period, there were no major alterations in the soil, but the ideal would be to continue the follow-up with periodic analyzes.

Keywords: Aluminum. Base Saturation. PAC. Organic matter. Dairy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de solos do Município de Matelândia	19
Figura 2 – Pontos de coleta.....	23
Figura 3 - Variação pH 1° e 2° coleta.....	24
Figura 4 - Dinâmica da Matéria Orgânica no solo em relação aos processos	26
Figura 5 - Comparação M.O. 1° e 2° coleta	26
Figura 6 - Comparação de Fósforo 1° e 2° coleta	28
Figura 7 - Comparação de CTC 1° e 2° coleta.....	30
Figura 8 - Comparação das coletas de 15 e 30cm área verde.....	32
Figura 9 – Gráfico de comparação entre as medias das áreas.....	344

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros analisados no solo	21
Tabela 2 - Classificação do solo de acordo com a saturação por bases.....	299
Tabela 3 – Média dos resultados da coleta de 15 cm em área verde	31
Tabela 4 - Média dos resultados da coleta de 30 cm em área verde	31
Tabela 5 - Média dos resultados da coleta de Piquete 1° coleta.....	32
Tabela 6 – Média dos resultados da coleta de Piquete 2° coleta.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al ³⁺	Alumínio
Ca ²⁺	Cálcio
CO ₂	Dióxido de Carbono
CTC	Capacidade de troca catiônica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
F.A.D.	Sistema de Flotação por Ar Dissolvido
H ⁺	Hidrogênio
K ⁺	Potássio
m ²	Metros quadrados
M.O.	Matéria Orgânica
Mg ²⁺	Magnésio
P	Fósforo
PAC	Policloreto de Alumínio
pH	Potencial Hidrogeniônico
SBCS	Sociedade Brasileira de Ciências do Solo
SB	Soma de bases trocáveis
V(%)	Saturação por bases

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 GERAL	12
2.2 ESPECÍFICOS	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 COAGULAÇÃO	13
3.2 FLOCULAÇÃO	14
3.3 POLICLORETO DE ALUMÍNIO PAC	14
3.4 FLOTAÇÃO	14
3.5 LODO GERADO PELO PROCESSO DE COAGULAÇÃO	13
3.6 TIPOS DE SOLO ONDE FOI APLICADO O LODO	15
3.6.1 Latossolos	15
3.6.2 Neossolos.....	16
3.6.3 Nitossolo.....	16
3.7 TRABALHOS QUE OBSERVARAM A APLICAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM SOLO	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 TIPO DE SOLO DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ.....	19
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA.....	20
4.3 SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA DE LACTEOS .	20
4.4 ANÁLISES REALIZADAS	21
4.5 COLETA DO SOLO	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5.1 ELEMENTOS ANALISADOS.....	24
5.1.1 pH.....	24
5.1.2 Matéria Orgânica.....	25
5.1.3 Fósforo	27
5.1.4 Alumínio	28
5.1.5 Soma de Bases Trocáveis e Saturação por Bases	29
5.1.6 Capacidade de Troca Catiônica (CTC).....	30
5.2 COMPARAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA.....	30
5.2.1 Fragmento de Mata	31
5.2.2 Piquete Primeira Coleta.....	32
5.2.3 Piquete Segunda Coleta.....	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Sempre que se trabalha com grandes indústrias, por consequência a quantidade de resíduos gerados também é grande e com alto poder de poluição, portanto cabe a cada empresa tratar e destinar da forma correta tais sobras, para que seu impacto na natureza seja o menor possível.

O grande volume de água necessário para o beneficiamento do leite coloca as indústrias de laticínios como uma das principais geradoras de efluentes industriais. Estima-se que para cada litro de leite beneficiado sejam gerados cerca de 2,5 L de efluente (VILLA et al. 2007).

Por decorrência deste elevado volume de efluente, há uma procura por técnicas que possibilitem melhorar a qualidade deste efluente, para que poça a partir de seu tratamento ser destinado da forma correta.

Dentre várias unidades de tratamento, o tratamento físico-químico utilizando a flotação vem auxiliando muitas empresas no tratamento de seus efluentes.

O processo de flotação por ar dissolvido é hoje uma técnica de separação de fases bastante consagrada no campo do saneamento ambiental se destacando como parte dos sistemas de tratamento de águas residuárias industriais e na clarificação de águas para abastecimento (MATSUMOTO et al. 2005).

Para o seu bom funcionamento é necessário a utilização de alguns produtos, dentre estes, destaca-se o coagulante.

Os coagulantes são produtos naturais ou químicos usados no tratamento de águas e efluentes industriais de vários segmentos. Sua função é neutralizar as cargas negativas das partículas em suspensão, possibilitando assim uma aglomeração dessas partículas, formando os chamados flóculos (CONSTANTINO et al. 2009).

Dentre tantas opções possíveis no mercado o Policloreto de Alumínio (PAC), vem se destacando por sua eficiência e baixo custo, o PAC é um complexo poli-nuclear de íons de alumínio polimerizados, um tipo de polímero inorgânico de peso molecular medido em várias centenas de unidades. Ele é geralmente formulado como: $Al_n(OH)_mCl_{3n}$, combinado com pequenas quantidades de outros compostos (CONSTANTINO et al. 2009).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Estudar os efeitos da disposição do lodo gerado em um sistema físico-químico de tratamento de efluentes de um laticínio em solos da ordem Latossolo, Nitossolo e Neossolo.

2.2 ESPECÍFICOS

- Caracterizar um solo agrícola após a disposição do lodo gerado a partir de um flotador utilizando um coagulante orgânico a base de tanino;
- Caracterizar um solo agrícola após a disposição do lodo gerado a partir de um flotador utilizando o PAC como coagulante;
- Caracterizar um solo de área de preservação permanente;
- Comparar as características químicas dos 3 solos, em profundidades diferentes de 15 e 30 cm;
- Identificação de quantidade excessiva de alumínio no solo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LODO GERADO PELO PROCESSO DE COAGULAÇÃO

Conforme orientações Richter (2001) “O lodo pode ser aplicado no solo em forma líquida, semilíquida, ou sólida, dependendo do meio de transporte. Os custos de transporte ainda continuam sendo um dos principais obstáculos para um maior desenvolvimento deste método de disposição”.

O lodo formado na superfície do flotador, com 2 a 4% de consistência, é então retirado por meios mecânicos e o líquido clarificado, é removido próximo ao fundo do flotador, sendo que parte dele pode ser reciclada em direção a câmara de pressão (CAVALCANTI, 2012).

Os resíduos líquidos são provenientes de diversas atividades desenvolvidas ao longo do processo e, no caso da indústria de laticínios, abrangem também os esgotos sanitários gerados e as águas pluviais captadas (CASTRO, 2007).

A composição detalhada do efluente é influenciada por diversos fatores como o volume de leite processado, as condições e os equipamentos utilizados, as práticas para redução da carga poluidora e do volume de efluentes bem como os processos industriais em curso (MACHADO, 2002).

Estima-se que aproximadamente 50% do soro produzido no Brasil ainda são descartados na natureza sem nenhum tipo de tratamento (SILVEIRA, 2004).

3.2 COAGULAÇÃO

A coagulação promove a desestabilização e agregação das partículas coloidais e finamente divididas, formando flocos maiores e mais densos, passíveis de separação, o que é possível através do emprego de coagulantes (SHOENHALS et al., 2006).

3.3 FLOCULAÇÃO

Emprega-se a técnica de floculação especialmente nos processos de tratamento químico, imprimindo ao efluente, ao qual se adicionou o coagulante, um movimento lento, numa câmara de floculação, a fim de que se formem grandes flocos antes de encaminhá-los ao decantador.

As câmaras de floculação podem ser empregadas também sem adição de coagulantes, como tratamento preliminar, especialmente no caso de cidades industrializadas, nas quais os efluentes tenham eventualmente tendências à formação de flocos.

Qualquer tipo de aeração também age favoravelmente sobre a floculação. Pode-se melhorar a floculação pela recirculação de parte do lodo já depositado, juntando-o novamente ao afluente (IMHOFF, 1996).

3.4 POLICLORETO DE ALUMÍNIO (PAC)

Segundo Constantino e Yamamura (2009) “O PAC tem forte poder de coagulação, com a formação rápida dos flocos: a ação coagulante do PAC é muito boa, fazendo com que os flocos se formem mais rapidamente e em tamanhos maiores e uniformes”. Sendo assim se confirma, em outros estudos que de fato o uso do coagulante PAC, é eficiente e recomendado.

É geralmente eficaz em uma faixa de pH compreendida entre 6 e 9, mas em alguns casos ele funciona bem em faixas que vão de pH 5 até pH 10.

3.5 FLOTAÇÃO

A flotação a ar dissolvido (F.A.D) é um processo de tratamento destinado a remoção de sólidos em suspensão e óleos e graxas contidos nos efluentes industriais,

bem como o adequamento de lodos. O sistema de flotação pode ser projetado sem reciclo ou com reciclo (CAVALCANTI, 2012).

A flotação por ar dissolvido constitui hoje técnica de separação de fases bastante consagrada em diversos tipos de aplicações no campo de saneamento ambiental. Nessa área a F.A.D. tem-se destacado como parte dos sistemas de tratamento de águas residuárias gerados em diversos tipos de indústrias, tais como, de papel e celulose, petrolífera, tintas, óleos vegetais e alimentícia em geral (CRUZ, 2004).

A FAD possui a vantagem de gerar bolhas de tamanho bastante reduzido, na faixa de 10-100 micrometros, características de grande interesse para a flotação, pois quanto menor o tamanho das bolhas geradas, maior é a área interfacial de contato bolha-partícula e maior é a eficiência do processo. A geração de bolhas da FAD é feita saturando-se com ar parte do efluente tratado (ou água) em tanques sob pressões manométricas moderadas (NUNES et al., 2016).

3.6 ORDENS DE SOLO DE MATELÂNDIA

A classificação de solos no Brasil tem sido matéria de interesse essencialmente motivado pela necessidade decorrente de levantamentos pedológicos, os quais, por natureza, constituem gênero de trabalho indutor de classificação de solos (CARVALHO et al., 1999).

3.6.1 Latossolos

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico imediatamente a baixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais de 150 cm de espessura (CARVALHO et al., 1999).

3.6.2 Neossolos

Solos pouco evoluídos e sem horizonte B diagnóstico. Solos com horizonte A ou O hísticos com menos de 40 cm de espessura, assente diretamente sobre a rocha ou um horizonte C ou Cr, ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2mm (cascalho, calhaus e matacões) e que apresentam um contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo. Admite um horizonte B, em início de formação, cuja a espessura não satisfaz qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. (CARVALHO, et al, 1999).

3.6.3 Nitossolo

Solos constituídos por material mineral que apresentam horizontes B nítico, com argila de atividade baixa imediatamente a baixo do horizonte A, ou dentro dos primeiros 50 cm, do horizonte B (CARVALHO et al., 1999).

3.7 APLICAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM SOLO

A utilização do lodo de esgoto em solos agrícolas tem como principais benefícios, a incorporação dos macronutrientes (nitrogênio e fósforo) e dos micronutrientes (zinco, cobre, ferro, manganês e molibdênio). Como os lodos são pobres em potássio, há necessidade de se adicionar esse elemento ao solo na forma de adubos minerais. Pode-se dizer que, normalmente, o lodo de esgoto leva ao solo as quantidades de nutrientes suficientes para as culturas, porém nem sempre de maneira equilibrada e em formas disponíveis para as plantas em curto prazo. Nesse sentido, deve-se conhecer a composição química dos lodos, bem como a dinâmica dos nutrientes após aplicação no solo, de forma a obter os benefícios agrônômicos, evitando os impactos ambientais negativos (CAMARGO, 2003).

Com respeito à melhoria das condições físicas do solo, o lodo de esgoto, de modo semelhante às outras fontes de matéria orgânica, aumenta a retenção de água em solos arenosos e melhora a permeabilidade e infiltração nos solos argilosos e, por determinado tempo, mantém uma boa estrutura e estabilidade dos agregados na superfície (CAMARGO, 2003).

O lodo de esgoto para ser utilizado na agricultura deve apresentar características adequadas e atender dentro de todos os critérios estabelecidos. Além disso, um profissional habilitado (engenheiro agrônomo ou engenheiro florestal) deve ser o responsável técnico pelo seu uso e pelo rastreamento dos lotes aplicados. Além disso, há necessidade de se monitorarem os solos em relação ao nitrato, metais pesados, compostos orgânicos persistentes e patógenos humanos entre outras características. Outro aspecto importante é a transferência de informações para a sociedade, que deve ser feita de forma ampla e com transparência (CAMARGO, 2003).

Para a aplicação do lodo em culturas agrícolas, devem ser levados em consideração as concentrações máximas de metais pesados nos bio sólidos, as concentrações máximas de metais em solos agrícolas e as cargas cumulativas máximas de metais em solos pela aplicação de bio sólidos (TSUTIYA, 1999).

Os metais pesados contidos nos bio sólidos são originários da atividade industrial, pois as estações de tratamento de esgotos recebem os esgotos sanitários, que compõem de esgoto doméstico, água de infiltração e esgoto industrial (TSUTIYA, 1999).

A planta retira do solo os elementos minerais indispensáveis para o seu desenvolvimento. Conforme a quantidade que é necessária para o seu perfeito crescimento, eles são denominados de macronutrientes (N, P, K, S, Ca, Mg) ou micronutrientes (B, Cl, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Na, Se, Zn). Além desses elementos que são essenciais, a planta pode absorver outros elementos não essenciais considerados tóxicos (Al, Ag, Cd, Cr, Hg, Pb) (TSUTIYA, 1999).

O lodo, além de ser fonte de material orgânico e nutrientes, contribui também para a possível contaminação do solo com metais pesados. Os metais pesados não apenas exercem efeitos negativos sobre o crescimento das plantas, mas também afetam os processos bioquímicos que ocorrem no solo. A decomposição do material orgânico adicionado ao solo, a mineralização do nitrogênio e a nitrificação podem ser inibidos em locais contaminados por metais pesados (TSUTIYA, 1999).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 TIPO DE SOLO DA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Como a disposição final se deu no solo, é interessante que se conheça as características do solo desta região, para entender os possíveis efeitos, desta disposição. As coletas foram realizadas em dois momentos, início do mês de março e início do mês de setembro, com a espera de seis meses exatamente entre uma coleta e outra.

Na cidade de Matelândia, onde se encontra a propriedade rural, que foi realizado o estudo, identifica-se três principais tipos de solo, segundo a EMBRAPA: Latossolo, Nitossolo e Neossolo, como pode-se ver na Figura 1.

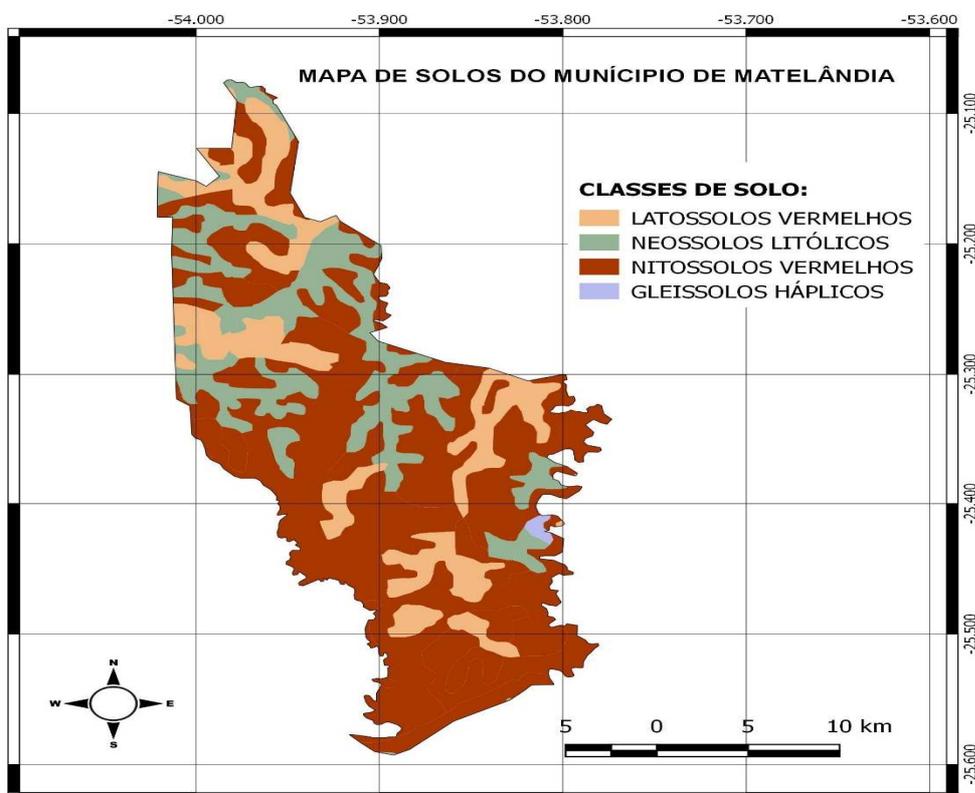


Figura 1 – Mapa de solos do Município de Matelândia
Fonte: EMBRAPA.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

A indústria que forneceu o lodo para disposição em solo é um laticínio e está localizada no município de Matelândia, oeste do Paraná, o qual produz diversos produtos lácteos. Hoje a indústria produz cerca de $17 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ de efluente, sendo que deste efluente é gerado em média 8 m^3 de lodo semanal.

4.3 SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA DE LACTEOS

O tratamento se inicia com peneiras, “as peneiras são indicadas para a remoção de sólidos grosseiros. Contudo, dada a sua capacidade de remoção também sólidos finos e mesmo sólidos em suspensão residuais de tratamentos biológicos as peneiras têm sido cada vez mais utilizadas também para tratamento primário substituindo até mesmo decantadores primários” (CAVALCANTI, 2012).

Após a peneira há uma caixa de gordura, que como o próprio nome diz tem como principal objetivo remover a gordura existente no efluente, como a gordura é menos densa do que o restante do efluente ela tende a subir, e assim consegue ser retirada.

A indústria possui duas lagoas anaeróbias, “as lagoas anaeróbias são aplicadas no tratamento de despejos industriais de alta concentração de matéria orgânica e/ou sólidos suspensos” (CAVALCANTI, 2012).

Posteriormente tem se uma lagoa aerada, “Trata-se de um reator sob regime de mistura completa sem reciclo. Conseqüentemente, o tempo de residência e a idade do lodo são os mesmos. Os sólidos podem decantar em unidades de decantação ou mesmo lagoas de estabilização” (CAVALCANTI, 2012).

E por fim como forma de final de tratamento nesta unidade, a empresa optou pelo uso do flotor, este equipamento utiliza de alguns produtos para que seu resultado seja potencializado, para o seguinte trabalho foram utilizados o coagulante PAC e um polímero catiônico, que já era utilizado antes dos devidos testes.

O flotor é uma etapa tratamento físico-químico, que tem como objetivo remover os sólidos, principalmente, nutrientes e sólidos suspensos. Com a adição de

coagulante orgânico e polímero catiônico, ocorre a formação de lodo físico-químico, que será utilizado como base do estudo.

A empresa encontrou como solução a disposição em solo deste lodo, por dois principais fatores, primeiro, a empresa consegue destinar de forma correta seu resíduo, sem prejudicar a natureza, e atendendo a legislação, segundo, beneficia produtores rurais, que recebem este lodo, e tem nele uma forma excelente de enriquecer seu solo, e aumentar sua produção.

4.4 ANÁLISES REALIZADAS

Foram realizadas as mesmas análises para todas as amostras coletadas. Na Tabela 1 observa-se os parâmetros analisados no solo.

Tabela 1 – Parâmetros analisados no solo

PARÂMETRO	UN	METODOLOGIA
Alumínio	Cmolc.dm^{-3}	P, K, Micronutrientes = Extrator Mehlich - Al, Ca e Mg = KCl 1 mol^{-1} - H+Al = SMP (7,5)
Capacidade de troca catiônica (CTC)	Cmolc.dm^{-3}	P, K, Micronutrientes = Extrator Mehlich - Al, Ca e Mg = KCl 1 mol^{-1} - H+Al = SMP (7,5)
Fósforo	mg.dm^{-3}	P, K, Micronutrientes = Extrator Mehlich - Al, Ca e Mg = KCl 1 mol^{-1} - H+Al = SMP (7,5)
Matéria Orgânica	g.dm^{-3}	Walkley-Black
pH	-	P, K, Micronutrientes = Extrator Mehlich - Al, Ca e Mg = KCl 1 mol^{-1} - H+Al = SMP (7,5)
Saturação por base	%	P, K, Micronutrientes = Extrator Mehlich - Al, Ca e Mg = KCl 1 mol^{-1} - H+Al = SMP (7,5)
Soma de bases trocáveis	Cmolc.dm^{-3}	P, K, Micronutrientes = Extrator Mehlich - Al, Ca e Mg = KCl 1 mol^{-1} - H+Al = SMP (7,5)

Fonte: autoria própria.

4.5 COLETA DO SOLO

Ao todo foram realizadas três coletas, a primeira deu-se na mata, que se encontra ao lado do ponto principal de coleta que era o piquete.

Um pequeno fragmento de área verde que servira como controle, para a comparação dos solos, esta mata possivelmente foi criada a poucos anos, com o intuito de atender as exigências legais da propriedade, ela se encontra cercada, para que os animais não possam por dentro ela.

Segundo ponto de coleta foi o solo do piquete, onde o proprietário tem grama para a pastagem de seus animais leiteiros. Esta primeira coleta aconteceu em março de 2017, neste período já era depositado lodo derivado do tratamento de efluentes deste laticínio, porém até a seguinte coleta era utilizado no tratamento do efluente, um polímero orgânico, que já foi citado no início deste trabalho.

Na terceira e última coleta foi apanhado solo do piquete novamente, essa coleta foi realizada em setembro de 2017, seis meses após a primeira coleta.

Foram realizadas vinte e seis disposições de oito mil litros cada, em 1,21 hectares (12.100m²), no período de seis meses.

Após a primeira coleta, a empresa continuou dispondo o lodo sobre o solo desta propriedade, o diferencial foi a troca do polímero no tratamento do efluente, que gera o lodo para posterior disposição.

A área verde foi dividida em três pontos, no início, meio e fim. Já o piquete foi dividido em cinco pontos, baseando-se no seu comprimento, conforme ilustrado na Figura 2.

Todas as coletas foram realizadas em duplicatas, nas profundidades de 15 e 30 cm.



Figura 2 – Pontos de coleta

Fonte: autoria própria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ELEMENTOS ANALISADOS

5.1.1 pH

A acidificação do solo vem sendo um dos principais problemas encontrado por agricultores na região oeste do PR, quando se diz que um solo está ácido, isto quer dizer que seu pH está abaixo de 7, e quando este pH está acima de 7 dizemos que ele está alcalino.

Na figura 3 apresenta-se algumas variações mais relevantes como no ponto 4 e 5, porém quando trabalhado com médias a alteração se torna muito pequena.

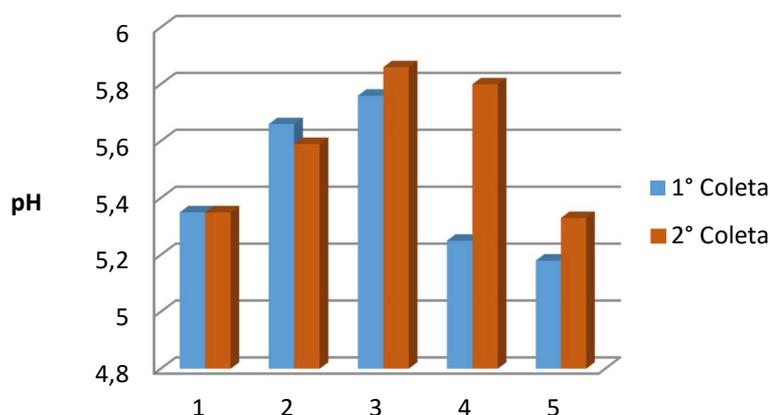


Figura 3 – Variação do pH do solo na 1ª e 2ª coleta

Fonte: autoria própria.

Segundo o Departamento de solos e Engenharia Agrícola da UFPR (2007), muitas plantas se desenvolvem em solos levemente ácidos, em torno de 5,5 e 6,5. A baixo destes valores a produção pode vir a cair muito, não valendo mais a pena o cultivo. Para que o solo volte a ser produtivo, é necessária uma correção com calcário, que irá estabelecer o pH próximo a 7 novamente.

Todas as coletas de piquete a 15 cm de profundidade apresentaram pH entre 5,25 a 5,86, nas coletas de 30 cm a variação aconteceu entre 5,3 e 5,85, já na área verde o pH se apresentou um pouco mais alto e estável, entre 6,03 e 6,04.

O que nos indica que a utilização deste lodo em especial não causou a acidificação do solo, porém analisando de um modo geral é necessário começo de correção, pois o pH, já está levemente ácido.

A disponibilidade de metais é dada pelo pH do solo. Quanto mais baixo o pH, maior a disponibilidade/solubilidade dos metais no solo. O Molibdênio é o único ao contrario.

5.1.2 Matéria Orgânica

A Matéria Orgânica (M.O) do solo é constituída de diversas fontes, “é formado a partir da decomposição parcial de resíduos de origem vegetal e/ou animal, bem como processos de síntese e re-síntese com participação efetiva da comunidade microbiana edáfica” (CRISTINA, 2015).

A matéria orgânica traz diversos benefícios ao solo, tais como a melhor retenção de líquido, adubação das plantas ali fixadas, fonte de carbono para o solo, dentre outros. A Figura 4 Dinâmica da Matéria Orgânica no solo em relação aos processos, facilitará a visualização do ciclo da M.O no solo.



Figura 4 - Dinâmica da Matéria Orgânica no solo em relação aos processos
Fonte: Fontana (2009).

A Figura 5 nos demonstra que em relação a M.O, a variação é um pouco maior, sendo que as análises da segunda coleta apresentaram um valor menor de matéria orgânica em comparação com a primeira coleta.

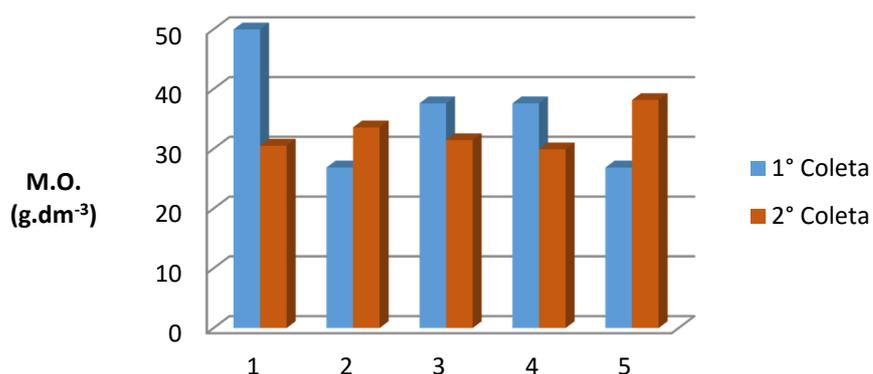


Figura 5 - Comparação M.O. 1ª e 2ª coleta
Fonte: autoria própria.

5.1.3 Fósforo

O nutriente fósforo atua como componente estrutural das membranas celulares, bem como fazendo parte de compostos responsáveis pela fixação do CO₂ atmosférico e pelo metabolismo de açúcares (EMBRAPA, s/d).

O fósforo (P) é, dos macronutrientes, um dos menos exigidos pelas plantas. Nas regiões tropicais e subtropicais, como acontece no Brasil, é elemento cuja falta no solo mais frequentemente limita a produção, principalmente em culturas anuais: mais de 90% das análises de solo no Brasil mostram teores menores de P disponível. Além da carência generalizada de P nos solos brasileiros, o elemento apresenta forte interação com o solo (fixação), o que reduz a eficiência da adubação fosfatada. No solo o P aparece na forma orgânica e mineral. O P orgânico ocorre em teores proporcionais à matéria orgânica. Vários compostos de fósforo foram identificados na matéria orgânica do solo, predominando os fosfatos de inositol, fosfolípidos e ácidos nucleicos. Na forma mineral, a proporção relativa dos compostos inorgânicos de fósforo, com ferro, alumínio e cálcio é condicionada pelo pH e pelo tipo e quantidade de minerais existentes na fração argila. Em solos ácidos, com predomínio de caulinita e óxidos de ferro e alumínio, são mais importantes as combinações de P-Fe e P-Al, enquanto em solos neutros ou calcários aparece mais P-Ca (FAQUIM, 2006).

O fósforo foi o elemento com maior alteração em comparação com os demais, na Figura 6, percebe-se que praticamente em todos os pontos de coleta houve um aumento considerável deste elemento.

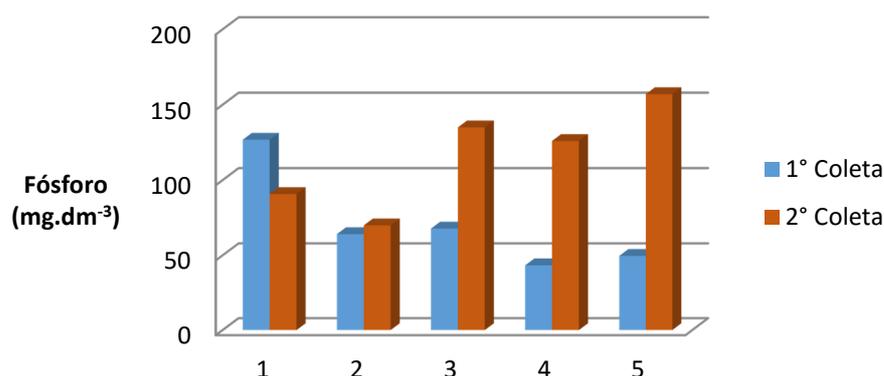


Figura 6 - Comparação de Fósforo 1º e 2º coleta

Fonte: autoria própria.

5.1.4 Alumínio

O alumínio era a principal preocupação do estudo, de fato deve-se dar tal importância a este elemento, pois quando encontrado em excesso no solo, pode vir a causar inúmeros problemas as plantas que ali estão.

As diminuições no alongamento radicular são os primeiros sintomas de toxicidade observáveis (EMBRAPA, 1997).

De acordo com EMBRAPA (1997) Considerações Gerais sobre a Toxicidade do Alumínio nas Plantas. Encontra-se descrito sobre os estágios que a planta passa ao estar em contato com o excesso de alumínio, pode ser:

- ESTÁGIO 0 - desenvolvimento normal, sem presença de danos;
- ESTÁGIO 1 - raízes primárias da coifa apresentam-se alteradas ou mortas. Entretanto, as plantas são capazes de desenvolver novas raízes a partir de regiões com tecidos intactos, onde normalmente o surgimento de raízes laterais é suprimido pela dominância apical;
- ESTÁGIO 2 – raízes da coifa apresentam-se necróticas e inchadas. A rizoderme se desintegra e a córtex pode ser facilmente removido do cilindro central. Um grande número de raízes laterais curtas pode eventualmente surgir;
- ESTÁGIO 3 - as raízes já estão mortas. Apresentam-se necróticas e com coloração parda. Nenhuma raiz lateral surge.

Em nenhuma das coletas houve alteração do alumínio, todos os resultados permaneceram em zero.

5.1.5 Soma de Bases Trocáveis e Saturação por Bases

A soma de bases trocáveis (SB) de um solo, argila ou húmus representa a soma dos teores de cátions permutáveis, exceto H^+ e Al^{3+} ($SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+$).

Denomina-se saturação por bases (V%) a soma das bases trocáveis expressa em porcentagem de capacidade de troca de cátions:

$$V(\%) = 100 \cdot SB / CTC^*$$

*Na equação utiliza-se o valor da “CTC total”, ou seja, considera-se todos os cátions trocáveis do solo ($Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + H^+ + Al^{3+}$).

A saturação por bases é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos (EMBRAPA, 2010).

A EMBRAPA fornece um boletim de pesquisa e desenvolvimento, sobre fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais que denomina a nomenclatura do solo baseado em sua fertilidade que pode vir a ser indicada pela soma de bases do solo. A Tabela 2 - Classificação do solo de acordo com a saturação por bases, mostra como pode ser feita esta divisão.

Tabela 2 – Classificação do solo de acordo com a saturação por bases

Nomenclatura	Valores associados
Solos eutróficos (férteis)	$V\% \geq 50\%$
Solos distróficos (pouco férteis)	$V\% < 50\%$

Fonte: EMBRAPA (2010).

De modo especial podemos utilizar a Saturação por bases como um indicativo de fertilidade do solo, em todas as coletas as análises apresentaram resultados a cima de 50%, o que conforme a EMBRAPA, afirma podemos considerar um solo eutrófico, ou seja um solo fértil.

5.1.6 Capacidade de Troca Catiônica (CTC)

A CTC de um solo representa a quantidade total de cátions retidos à superfície desses materiais em condição permutável.

A capacidade de troca iônica dos solos representa, portanto, a graduação da capacidade de liberação de vários nutrientes, favorecendo a manutenção da fertilidade por um prolongado período e reduzindo ou evitando a ocorrência de efeitos tóxicos da aplicação de fertilizantes (EMBRAPA,2010).

Por tanto podemos afirmar que quanto maior o valor da CTC, melhor isto será para as plantas que estão neste ambiente. Porém precisamos avaliar quais são os tipos de cátions presentes, cátions essenciais como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , pode-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas. Por outro lado, se grande parte da CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H^+ e Al^{3+} este será um solo pobre (EMBRAPA,2010).

O CTC teve um aumento considerável nas coletas dos 5 pontos, como apresentado na Figura 7, podemos perceber que com esse aumento se confirma o que Saturação por bases já havia nos evidenciado que é alta fertilidade do solo, e só vem a melhorar após a primeira coleta, pois contém todos os nutrientes necessários para o crescimento saudável de uma planta.

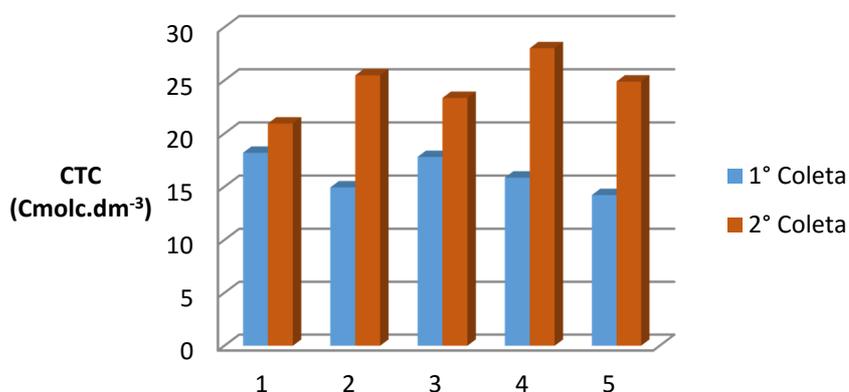


Figura 7 - Comparação de CTC 1ª e 2ª coleta

Fonte: autoria própria.

5.2 COMPARAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

5.2.1 Fragmento de Mata

Conforme apresentado nas Tabelas 3 e 4 os resultados das análises de área verde nas profundidades de 15 e 30 cm não tiveram grande variação, o valor de alumínio foi zero para todas as análises, todos os outros valores estão dentro do parâmetro considerado bom, segundo a resolução CONAMA 420 de 2009, que posteriormente foi alterada e complementada pela resolução CONAMA 460 de 2013.

Tabela 3 – Média dos resultados da coleta de 15 cm em área verde

ANÁLISE	ALUMÍNI O	CTC	FÓSFOR O	M.O.	pH	SOMA DE BASES TROCÁVEI S	SATURAÇÃO O POR BASES
UNIDADE	Cmolc.dm ⁻³	Cmolc.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	g.dm ⁻³	-	Cmolc.dm ⁻³	%
RESULTADO	0,00	29,03	9,38	64,4	6,0	24,57	84,56
S				8	4		

Fonte: autoria própria.

Tabela 4 - Média dos resultados da coleta de 30 cm em área verde

ANÁLISE	ALUMÍNI O	CTC	FÓSFOR O	M.O.	pH	SOMA DE BASES TROCÁVEI S	SATURAÇÃO O POR BASES
UNIDADE	Cmolc.dm ⁻³	Cmolc.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	g.dm ⁻³	-	Cmolc.dm ⁻³	%
RESULTADO	0,00	28,15	8,74	60,7	6,0	23,70	84,22
S				2	3		

Fonte: autoria própria.

É possível visualizar de forma mais clara esta similaridade quando analisamos a Figura 8 - Comparação das coletas de 15 e 30 cm. Nele percebemos que o item com maior variação é a M.O., e o de menor variação é o alumínio.

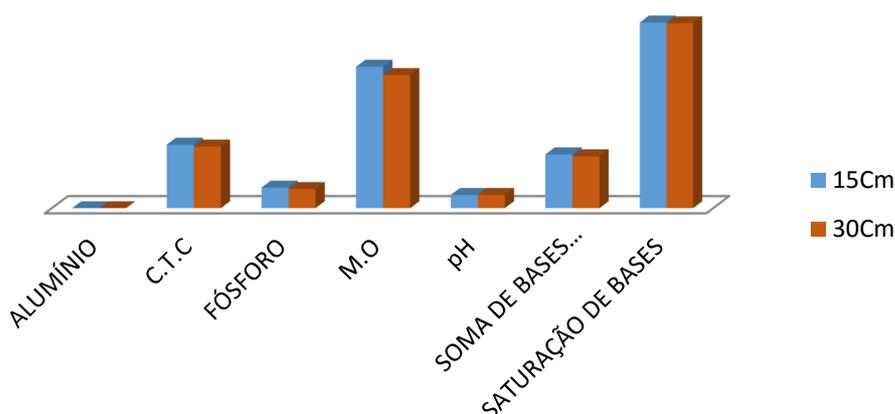


Figura 8 - Comparação das coletas de 15 e 30cm área verde.
Fonte: autoria própria.

5.2.2 Piquete Primeira Coleta

Na primeira coleta de solo do piquete já era depositado lodo proveniente do tratamento do efluente de laticínios, por tanto foi possível perceber que a quantidade de matéria orgânica e outros elementos como fósforo já estavam em uma quantidade adequada para o crescimento das plantas que lá estão.

A Tabela 5 - Média dos resultados da coleta de Piquete 1° coleta, nos demonstra os principais resultados retirado das análises. Todos os resultados foram determinados como bons pelo critério exigido segundo o CONAMA 460 de 2013.

Tabela 5 - Média dos resultados da coleta de Piquete 1° coleta

ANÁLISE	ALUMÍNIO	CTC	FÓSFORO	M.O.	pH	SOMA DE BASES TROCÁVEIS	SATURAÇÃO POR BASES
UNIDADE	Cmolc.dm ⁻³	Cmolc.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	g.dm ⁻³	-	Cmolc.dm ⁻³	%
RESULTADOS A 15 CM	0,00	16,20	70,36	35,78	5,6	11,08	68,17
RESULTADOS A 30 CM	0,00	15,03	50,64	27,85	5,5	10,62	69,86

Fonte: autoria própria.

5.2.3 Piquete Segunda Coleta

A segunda coleta foi realizada seis meses após a primeira, porém podemos perceber apenas pequenas alterações no solo, e de pequena relevância. A Tabela 6 - Média dos resultados da coleta de Piquete 2º coleta demonstra os principais resultados encontrados, ali fica possível perceber que o solo sofreu poucas alterações.

O alumínio que foi o principal elemento a ser analisado, não sofreu nem uma alteração. O pH do solo que é outro limitante do crescimento das plantas, também sofreu pequenas alterações, insignificantes.

Tabela 6 – Média dos resultados da coleta de Piquete 2º coleta

ANÁLISE	ALUMÍNIO	CTC	FÓSFORO	M.O.	pH	SOMA DE BASES TROCÁVEIS	SATURAÇÃO POR BASES
UNIDADE	Cmolc.dm⁻³	Cmolc.dm⁻³	mg.dm⁻³	g.dm⁻³	-	Cmolc.dm⁻³	%
RESULTADOS A 15 CM	0,00	24,54	117,36	32,72	5,5	21,38	80,33
RESULTADOS A 30 CM	0,00	24,51	73,56	22,83	5,6	20,21	82,38

Fonte: autoria própria.

Com o auxílio da Figura 9 - Média final podemos perceber que em geral as mudanças foram pequenas, o item que sofre maior alteração é o Fósforo, e o que menos sofre alteração é o Alumínio.

O Alumínio desde a base da pesquisa foi o elemento que mais nos prendeu a atenção, porém com o estudo sendo realizado nesta faixa de tempo de seis meses, não foi possível perceber alteração alguma, todos os ensaios apresentaram valor zero.

Também é possível perceber que houve um aumento importante da Saturação por Bases, o que nos indica um aumento na fertilidade, em relação da primeira para a segunda coleta.

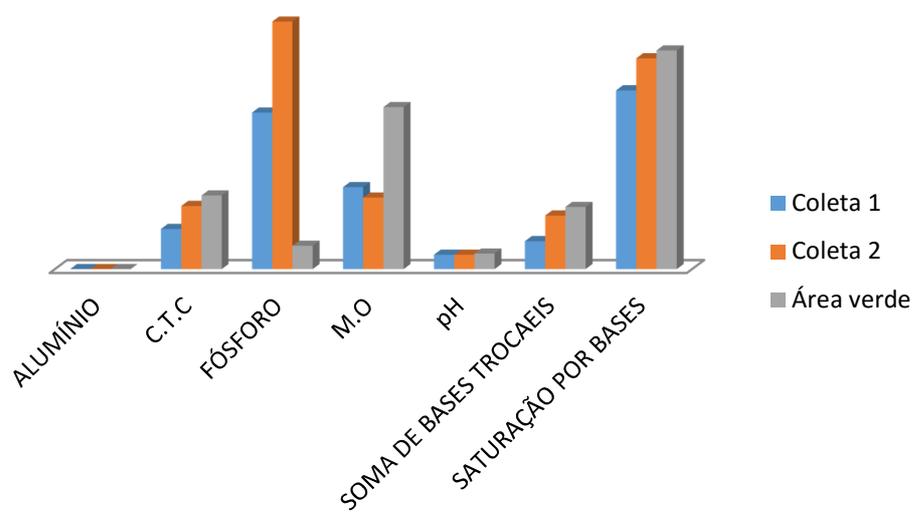


Figura 9 – Gráfico de comparação entre as médias das áreas
Fonte: autoria própria.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste trabalho foi identificar uma possível contaminação do solo, utilizando o PAC no tratamento de um efluente de laticínio e posteriormente utilizar o lodo resultante deste processo como biofertilizante. Podendo com este resolver o problema da indústria, que se preocupa em destinar de forma adequada seus resíduos, mas também beneficiar a população rural local com este biofertilizante de alta qualidade.

O maior anseio da pesquisa era a possível contaminação do solo, através da alta quantidade de alumínio devido aos processos do tratamento do efluente que gera o lodo. Porém com a comparação das análises realizadas com o tempo de seis meses entre a primeira e segunda coleta, nos evidenciaram que não houve alteração deste elemento no solo. Não houve alteração negativa de forma significativa, apenas algumas pequenas mudanças, e que trazem resultados positivos tais como o aumento do CTC, e Soma de bases trocáveis, e a saturação por bases o que significa que a fertilidade dos solos neste local veio a aumentar após a substituição do lodo. O pH se manteve estável, podendo assim afirmar que o biofertilizante não causou acidificação do solo, que se encontra em ótima qualidade para produção.

Mesmo assim é aconselhável fazer um acompanhamento periódico do solo, dando maior atenção ao seu pH, sendo adequado o acompanhamento de um agrônomo, que irá aconselhar sobre a continuidade da disposição do lodo em determinados locais.

Como sugestões para outras pesquisas podem ser testadas concentrações conhecidas, determinadas em laboratório, e qual a possível taxa de saturação do solo com a utilização deste lodo como biofertilizante para o enriquecimento do solo e maior fertilidade das plantas. Também é possível o acompanhamento de uma planta específica, com concentração definidas de lodo, para o acompanhamento desta planta e sua evolução com o uso do biofertilizante.

REFERÊNCIAS

CAMARGO. O.A.; BETTIOL. W. **A Disposição de Lodo de Esgoto em Solo Agrícola.** Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/14956/1/2006PL028.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2017.

CARVALHO. A.P.; SANTOS. G.H.; GOMES. A.I.; OLIVEIRA. B.J.; ANJOS. C.H.L.; JACOMINE. T.K.P.; CUNHA.F.J.T.; **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.** 1ª Edição, 1999. Pg 197, 226 e 242.

CASTRO, V.C. **Diagnóstico do consumo de água, da geração de efluentes e de resíduos sólidos em um laticínio de pequeno porte.** Disponível em: <http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/ciencia%20e%20tecnologia%20de%20alimentos/2007/201429f.pdf>. Acesso em 07 de dezembro de 2017.

CONSTANTINO. A. F.; YAMAMURA V. D. **Redução do gasto operacional em estação de tratamento utilizando o PAC.** Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Disponível em: http://www.dec.uem.br/eventos/ii_simpgeu/arquivos/Trabalhos/146.pdf. Acesso em 14 de julho de 2017.

CRUZ. J.G.H. **Alternativas para a Aplicação de Coagulantes vegetal a base de Tanino no tratamento de efluente de uma lavanderia industrial.** Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6805/000447266.pdf?sequence=1>. Acesso em 15 de novembro de 2017.

EMBRAPA. **Árvore do Conhecimento: uva para processamento.** Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva_para_processamento/arvore/CONT000gr678d9z02wx5ok0id7g9o66bhpf8.html. Acesso em 31 de outubro de 2017.

EMBRAPA. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31004/1/BPD-8.pdf>. Acesso em 12 de novembro de 2017.

EMBRAPA. **Considerações Gerais sobre a Toxicidade do Alumínio nas Plantas.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/334278/consideracoes-gerais-sobre-a-toxicidade-do-aluminio-nas-plantas>. Acesso em 01 de novembro de 2017.

EMBRAPA. CUNHA, T. J. F.; MENDES, A. M. S.; GIONGO, V. **Matéria Orgânica no Solo**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/semiario/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1034986/materia-organica-do-solo>. Acesso em 31 de outubro de 2017.

FAQUIN, V. **Nutrição Animal**. Disponível em: http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Nutricao%20mineral%20de%20plantas.pdf. Acesso em 01 de novembro de 2017.

FONTANA. A. **Fracionamento da Matéria Orgânica e Caracterização dos Ácidos Húmicos e sua Utilização no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Tese_Ademir+Fontana_UFRRJ_Solos_000gn99qfjg02wx5ok0liq1mqtdbgtdz.pdf. Acesso em 09 de novembro de 2017.

IMHOFF, Karl. **Manual de tratamento de águas residuárias**. 26ª edição, 1996. Pg 56.

MACHADO, R.M.G. **Controle ambiental em indústrias de laticínios**. Disponível em: <http://www.signuseditora.com.br/ba/pdf/07/07%20-%20gestao.pdf>. Acesso em 06 de dezembro de 2017.

MATSUMOTO, T.; SANTANA S. L; PERON, O. F. **Uso de um Flotador como pré-tratamento de reator anaeróbio para efluentes de curtume**. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-329.pdf>. Acesso em 30 de agosto de 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **CONAMA 460, de 2013**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=702>. Acesso em 05 de dezembro de 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **CONAMA 420, de 2009**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em 05 de dezembro de 2017.

NUNES. D.G; COUTO. H. J. B; FRANÇA. S.C.A. **Aplicação do processo de flotação por ar dissolvido no tratamento de efluentes e na recuperação de finos de indústria mineral**. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/602/1/Daniel%20Guedes%20Nunes.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2017.

RICHTER, Carlos A. **Tratamento de lodos de estação de tratamento de água**. 1ª edição, 2001. Pg 92.

SBCS. **Sociedade Brasileira de Ciências do Solo**. Disponível em: <http://www.sbcs-nepar.org.br/publicacoes/publica%C3%A7%C3%B5es/mapa-simplificado-de-solos-do-estado-do-paran%C3%A1-detail>. Acesso em 30 de agosto de 2017.

SILVEIRA, W.B.; **Produção de etano em permeado de queijo: efeito da concentração de substrato e do nível de oxigênio**. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/10684/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 06 de dezembro de 2017.

TSUTIYA. T.M. **Metais Pesados: O Principal Fator Limitante Para O Uso Agrícola De Biossólidos Das Estações De Tratamento De Esgotos**. Acesso em 15 de novembro.

VILLA, R.D.; SILVA, A.; NOGUEIRA R.F.P. **Potencial de Aplicação do processo foto-fento/solar como pré tratamento de efluente da indústria de laticínios**. Departamento de Química Analítica, Instituto de Química de Araraquara, Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/25909/S0100-40422007000800002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 30 de agosto de 2017.