



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CECA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

JOSÉ KEVIN COSTNER RODRIGUES DE OLIVEIRA

**CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIOS NO ESTUDO DA ACELERAÇÃO
DA COMPOSTAGEM DA CASCA DE COCO VERDE E DE COCO SECO
SUBMETIDOS AHIDRÓLISE ALCALINA**

Rio Largo - AL

2022

JOSÉ KEVIN COSTNER RODRIGUES DE OLIVEIRA

CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIIONS NO ESTUDO DA ACELERAÇÃO
DA COMPOSTAGEM DA CASCA DE COCO VERDE E DE COCO SECO
SUBMETIDOS AHIDRÓLISE ALCALINA

Monografia apresentada ao corpo docente do curso de Agronomia da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.
Orientador: Pesquisadora Dr^a. Tâmara Cláudia de Araújo Gomes

RIO LARGO - AL

2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

O48c Oliveira, José Kevin Costner Rodrigues de.

Capacidade de troca de cátions no estudo da aceleração da compostagem da casca de coco verde e de coco seco submetidos a hidrólise alcalina. / José Kevin Costner Rodrigues de Oliveira. – 2022.

34f.: il.

Orientador(a): Tâmara Cláudia de Araújo Gomes.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2022.

Inclui bibliografia

1. Material lignocelulósico. 2. Agentes alcalinos. 3. Degradação. 4. Composto orgânico. I. Título.

CDU: 634.61

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais,
Luciano Barbosa de Oliveira,
Rosimere Rodrigues de Oliveira, por
todo incentivo, apoio,
suporte, conselhos, amor e educação
que me deram durante toda minha
vida.

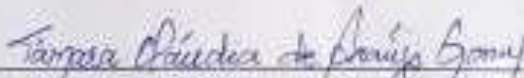
JOSÉ KEVIN COSTNER RODRIGUES DE OLIVEIRA

CAPACIDADE DE TROCA DE CÂTIONS NO ESTUDO DA ACELERAÇÃO DA
COMPOSTAGEM DA CASA DE COCO VERDE E DE COCO SECO SUBMETIDOS A
HIDRÓLISE ALCALINA

Monografia apresentada ao corpo docente do curso de
Agronomia da Universidade Federal de Alagoas, como
parte dos requisitos para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Pesquisadora Dr^a. Tâmara Cláudia de
Araújo Gomes

data da defesa: 28/06/2022




Dr^a. Tâmara Cláudia de Araújo Gomes – EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS
(Orientadora)

Banca examinadora:



Prof. Dr. João Gomes da Costa – EMBRAPA ALIMENTOS E TERRITÓRIOS



Dra. Walane Maria Pereira de Mello Ivo – EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, pelo dom da vida, por sempre me proteger e me guiar no caminho dos meus objetivos, sempre os realizando conforme sua vontade. Gostaria de agradecer também aos meus familiares, meu alicerce, meu pai, Luciano Barbosa de Oliveira, minha mãe, Rosimere Rodrigues de Oliveira e minha irmã, Kelly Caroline Rodrigues de Oliveira, pelo suporte e apoio que me deram desde o início dessa trajetória. Gostaria de agradecer também a minha namora e companheira Tharsila Kilza Oliveira Silva pelo apoio, ajuda, conselhos que me deu durante e até o fim da conclusão do curso.

Agradeço aos meus amigos Dalmo Freitas, João Pedro, Cristopher Galvão e Túlio Tenório pela experiência compartilhada nas salas de aulas, laboratórios, dia-a-dia, sempre estiveram ao meu lado e assim formamos uma amizade incondicional.

Agradeço a Universidade Federal de Alagoas (UFAL), ao Centro de Engenharia e Ciências Agrárias e a todo corpo docente pelos ensinamentos e experiência compartilhada. Agradecer também a Embrapa Tabuleiro Costeiro por toda experiência adquirida na pesquisa científica em laboratório, campo e a todo corpo técnico, Ítalo, Weslany, os companheiros do laboratório João Pedro, Maria Fernanda, José Marcone por toda experiência compartilhada, dias de trabalho e vínculo de amizade.

Agradecer a minha querida orientadora em especial, por todo aprendizado durante o período que fiquei sob sua orientação, foram muitos conselhos que contribuíram bastante para minha formação profissional e como pessoa.

Agradeço a toda as pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

RESUMO

No Brasil, a crescente agroindústria da água de coco verde e o da polpa do coco seco, gera volumes significativos de cascas, as quais, apesar de terem algum aproveitamento, ainda causam grandes problemas ambientais. Diante disso, sua reciclagem por meio da compostagem, constitui em uma estratégia importante. Para tanto, a integração da suinocultura e da ovinocultura em áreas de produção de coco, viabilizaria a compostagem por disponibilizar resíduos que constituem importantes fontes de N. Por apresentar alto teor de lignina, as cascas de coco apresentam lenta degradação a qual poderia ser acelerada pelo uso de um pré-tratamento com um agente alcalinizante (cal hidratada). A capacidade de troca catiônica (CTC) é um parâmetro físico-químico que pode ser utilizado como indicador da eficiência do processo. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a evolução da CTC durante a compostagem da casca do coco verde (CCV) com dejetos de suínos e da casca de coco seco (CCS) como cama de ovinos, aliadas a hidrólise alcalina. Os experimentos foram desenvolvidos nos municípios de Viçosa (CCV x dejetos de suínos) e Barra de Santo Antônio (CCS como cama de ovinos), em Alagoas. As amostras obtidas foram submetidas a determinação da CTC e complementarmente, do pH em água, condutividade elétrica (CE) e cinzas. O pH e a CE nas leiras de CCV e CCS foram mais influenciados pelos dejetos animais e sulfato de amônio, que pela hidrólise alcalina. O aumento dos teores de cinzas foi favorecido pelo uso da cal hidratada, tendo auxiliado a mineralização da CCV e CCS. O aumento da CTC foi mais intenso nas leiras de compostagem da CCS utilizada como cama de ovinos, que nas leiras de CCV com esterco suíno. O uso das cascas de coco maduro (seco) como cama de ovinos foi mais eficiente em acelerar o processo de compostagem que a adição de esterco suíno às cascas de coco verde ou a hidrólise alcalina. A evolução da capacidade de troca de cátions durante o processo de compostagem se mostrou como um bom indicador no estudo da aceleração da degradação da casca de coco verde e do coco seco.

Palavras-chave: Material lignocelulósico, agentes alcalinos, degradação, composto orgânico

ABSTRACT

In Brazil, the growing agro-industry of green coconut water and dried coconut pulp generates significant volumes of husks, which, despite having some use, still cause major environmental problems. Therefore, its recycling through composting is an important strategy. Therefore, the integration of swine and sheep farming in coconut production areas would make composting possible by providing waste that is an important source of N. Due to its high lignin content, coconut husks present slow degradation, which could be accelerated by use of a pre-treatment with an alkalizing agent (hydrated lime). The cation exchange capacity (CTC) is a physical-chemical parameter that can be used as an indicator of process efficiency. Thus, the present work aimed to evaluate the evolution of CTC during the composting of green coconut husk (CCV) with swine manure and dry coconut husk (CCS) as sheep litter, combined with alkaline hydrolysis. The experiments were carried out in the municipalities of Viçosa (CCV x swine manure) and Barra de Santo Antônio (CCS as sheep litter), in Alagoas. The samples obtained were submitted to the determination of CTC and, in addition, of pH in water, electrical conductivity (EC) and ash. The pH and EC in the CCV and CCS windrows were more influenced by animal manure and ammonium sulfate than by alkaline hydrolysis. The increase in ash content was favored by the use of hydrated lime, which helped the mineralization of CCV and CCS. The increase in CEC was more intense in the compost windrows of CCS used as sheep litter than in the CCV windrows with swine manure. The use of mature (dry) coconut husks as sheep litter was more efficient in accelerating the composting process than the addition of swine manure to green coconut husks or alkaline hydrolysis. The evolution of the cation exchange capacity during the composting process proved to be a good indicator in the study of the acceleration of the degradation of green coconut husk and dry coconut.

Keywords: Lignocellulosic material, alkaline agents, degradation, organic compound.

LISTA DE ABREVIATURAS

C: Carbono;

Ca (OH)₂: Hidróxido de cálcio;

CCS: Casca de coco seco;

CCV: Casca de coco verde; **CE:**

Condutividade elétrica; **Cm:**

Centímetros;

COT: Carbono orgânico total;

CTC: Capacidade de troca de cátions;

dag: Decagrama;

DS: Desejos de suínos;

H⁺: Íon de hidrogênio;

IMC: Índice de mineralização do composto;

Kg: Quilogramas; **MO:**

Matéria orgânica; **mS:**

milliSiemens;

N: Nitrogênio;

pH: Potencial hidrogeniônico;

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Morfologia Vegetal do coco verde e seco16
- Figura 2**- Valores de pH em compostos orgânicos de cascas de coco seco (CCS), hidrolisadas ou não, como cama de ovinos ou adicionadas de sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Barra de Santo Antônio, AL (médias de quatro repetições). P1: Cama de ovinos com CCS hidrolisada; P2: Cama de ovinos com CCS não hidrolisada; P3: CCS hidrolisada + sulfato de amônio; P4: CCS não hidrolisada + sulfato de amônio; P5: CCS hidrolisada e, P6: CCS não hidrolisada22
- Figura 3**- Valores de pH em compostos orgânicos de cascas de coco verde, hidrolisadas ou não, com dejetos de suínos ou sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Viçosa, AL, (médias de quatro repetições). L1: Casca de coco verde (CCV) hidrolisada + dejetos suíno; L2: CCV não hidrolisada + dejetos suíno; L3: CCV hidrolisada + sulfato de amônio; L4: CCV não hidrolisada + sulfato de amônio; L5: CCV hidrolisada; L6: CCV não hidrolisada 23
- Figura 4**- Condutividade elétrica (CE) em compostos orgânicos de cascas de coco seco (CCS), hidrolisadas ou não, como cama de ovinos ou adicionadas de sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Barra de Santo Antônio, AL (médias de quatro repetições). P1: Cama de ovinos com CCS hidrolisada; P2: Cama de ovinos com CCS não hidrolisada; P3: CCS hidrolisada + sulfato de amônio; P4: CCS não hidrolisada + sulfato de amônio; P5: CCS hidrolisada e, P6: CCS não hidrolisada24
- Figura 5**- Condutividade elétrica (CE) em compostos orgânicos de cascas de coco verde, hidrolisadas ou não, com dejetos de suínos ou sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Viçosa, AL, (médias de quatro repetições). L1: Casca de coco verde (CCV) hidrolisada + dejetos suíno; L2: CCV não hidrolisada + dejetos suíno; L3: CCV hidrolisada + sulfato de amônio; L4: CCV não hidrolisada + sulfato de amônio; L5: CCV hidrolisada; L6: CCV não hidrolisada 25
- Figura 6**- Teor de cinzas em compostos orgânicos de cascas de coco seco (CCS), hidrolisadas ou não, como cama de ovinos ou adicionadas de sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Barra de Santo Antônio, AL

(médias de quatro repetições). P1: Cama de ovinos com CCS hidrolisada; P2: Cama de ovinos com CCS não hidrolisada; P3: CCS hidrolisada + sulfato de amônio; P4: CCS não hidrolisada + sulfato de amônio; P5: CCS hidrolisada e, P6: CCS não hidrolisada..... 26

Figura 7- Teor de cinzas em compostos orgânicos de cascas de coco verde, hidrolisadas ou não, com dejetos de suínos ou sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Viçosa, AL, (médias de quatro repetições). L1: Casca de coco verde (CCV) hidrolisada + dejetos suínos; L2: CCV não hidrolisada + dejetos suínos; L3: CCV hidrolisada + sulfato de amônio; L4: CCV não hidrolisada + sulfato de amônio; L5: CCV hidrolisada; L6: CCV não hidrolisada 27

Figura 8- Capacidade de troca de cátions (CTC) em compostos orgânicos de cascas de coco seco (CCS), hidrolisadas ou não, como cama de ovinos ou adicionadas de sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Barra de Santo Antônio, AL (médias de quatro repetições). P1: Cama de ovinos com CCS hidrolisada; P2: Cama de ovinos com CCS não hidrolisada; P3: CCS hidrolisada + sulfato de amônio; P4: CCS não hidrolisada + sulfato de amônio; P5: CCS hidrolisada e, P6: CCS não hidrolisada 28

Figura 9- Capacidade de troca de cátions (CTC) em compostos orgânicos de cascas de coco verde, hidrolisadas ou não, com dejetos de suínos ou sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Viçosa, AL, (médias de quatro repetições). L1: Casca de coco verde (CCV) hidrolisada + dejetos suínos; L2: CCV não hidrolisada + dejetos suínos; L3: CCV hidrolisada + sulfato de amônio; L4: CCV não hidrolisada + sulfato de amônio; L5: CCV hidrolisada; L6: CCV não hidrolisada 29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 GERAL	14
2.2 ESPECÍFICO	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 ORIGEM E IMPORTÂNCIA.....	15
3.2 A FIBRA LIGNOCELULÓSICA E O FRUTO DO COQUEIRO.....	15
3.3 COMPOSTAGEM.....	17
3.4 HIDRÓLISE ALCALINA	18
3.5 CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA (CTC) EM COMPOSTOS ORGÂNICOS.....	18
4. METODOLOGIA	18
4.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL DE COMPOSTO.....	18
4.2 PROCESSAMENTO ANALÍTICO DAS AMOSTRAS DE COMPOSTO	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5.1 PH EM ÁGUA.....	20
5.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE).....	22
5.3 CINZAS.....	24
5.4 CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA (CTC).....	26
6. CONCLUSÃO	29
7. REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o quinto maior produtor mundial de coco, com uma área plantada de 187,5 mil ha, com produção de 1,6 bilhão de frutos, sendo cultivado em quase todo o território nacional. Na região Nordeste, concentram-se 80,9% da área colhida de coco do País e 73,5% de sua produção (BRAINER, 2021).

O aproveitamento agroindustrial da água do coco verde e da polpa do coco maduro (seco) resulta em um grande volume de cascas, cujo prolongado tempo de decomposição astransformam em passivo ambiental, demorando mais de 8 anos para se decompor completamente (CARRIJO et al., 2002). As cascas do coco verde, recolhidas nas praias, nos locais de venda de coco nas cidades e aquelas resultantes das agroindústrias, são, frequentemente, descartadas nos aterros sanitários e/ou em lixões. No caso da agroindústriado coco maduro, a maior parte da casca de coco seco é descartada nos locais de descascamento dos frutos das áreas de produção.

De forma a agregar valor ao grande volume de cascas resultante do aproveitamento do coco, várias alternativas têm sido propostas, a exemplo de sua utilização na agricultura, na forma de matéria orgânica para a ajudar na fertilidade do solo (SAMPAIO et al., 2008). Sua reciclagem por meio da técnica da compostagem constitui em uma alternativa para viabilizar a utilização agrícola tanto da casca de coco verde (CCV) quanto da casca de coco seco (CCS).

No entanto, necessária seria a integração da cocoicultura com outros sistemas de produção agropecuária, cujos resíduos constituam fontes de N com potencial de aproveitamento para a nutrição vegetal. Nesse sentido, a integração da suinocultura, cujos dejetos resultam em fortes impactos ambientais (ITO, GUIMARÃES e AMARAL, 2016) e da ovinocultura em áreas de produção de coco, potencializaria o aproveitamento concomitante dos resíduos gerados por essas três cadeias produtivas.

No entanto, a lenta degradação das cascas de coco dificulta o processamento do composto e torna o processo demorado. Neste sentido, a hidrólise alcalina proporcionada por materiais como a cal hidratada, pode auxiliar na aceleração da degradação da fibra da casca de coco e facilitar a compostagem. A hidrólise alcalina resulta na solubilização parcial da hemicelulose, expande a celulose e causa a ruptura

das pontes de hidrogênio, facilitando o ataque dos microrganismos à parede celular (JACKSON, 1977).

Durante a compostagem, normalmente se observa um aumento gradual da capacidade de troca de cátions (CTC). Tal fato se deve não apenas ao acúmulo de materiais com carga negativa, como de produtos derivados de lignina, mas também por um aumento de grupos hidroxila, carboxila e / ou fenólicos no material se constituindo em um índice do grau de humificação do composto e materiais orgânicos recém-formados (LAX, ROIG e COSTA, 1986).

2. OBJETIVOS

- Avaliar a evolução da capacidade de troca de cátions durante a compostagem da casca do coco verde (CCV) com dejetos de suínos e da casca de coco seco (CCS) como cama de ovinos, aliadas a hidrólise alcalina (cal hidratada).
- Avaliar a capacidade de troca de cátions como indicador auxiliar na definição da melhor estratégia de aceleração da degradação da casca de coco verde e do coco seco.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Origem e importância

Acredita-se que o coqueiro tenha-se originado no Sudeste Asiático. No Brasil, os indícios históricos apresentam que o coqueiro-gigante foi introduzido em 1553, pelos portugueses. A inclusão dos coqueiros anões se deu já no século XX: o anão-verde, em 1924, de Java, e em 1939, do Norte da Malásia; o anão-amarelo, em 1938, e o anão-vermelho, em 1939, ambos provenientes do Norte da Malásia. O anão vermelho-de-camarões foi introduzido em 1978, proveniente da Costa do Marfim (WARWICK et al., 2006).

Em termos de importância econômica e social, a cultura do coco assume posição importante como atividade geradora de emprego e renda, empregando mão-de-obra durante todo o ano, e permitindo o consórcio com outras culturas, tais como cultivos de subsistência, e até mesmo a criação de animais, contribuindo assim, para a fixação do homem no campo (FONTENELE, 2005).

3.2 A Fibra lignocelulósica do fruto do coqueiro

O fruto do coqueiro (Figura 1) é uma drupa monosperma, botanicamente, formada por uma epiderme lisa ou epicarpo de cor amarela, verde, vermelha ou ainda marrom, de acordo com a variedade considerada que envolve o mesocarpo espesso e fibroso e bem no interior, o endocarpo que é uma camada rígida. A semente, envolvida pelo endocarpo, é constituída por uma camada fina de cor marrom (o tegumento) que fica entre o endocarpo e o albúmen sólido. Este por sua vez, é uma camada carnosa, branca, muito oleosa, principalmente no fruto seco. A semente forma uma grande cavidade, onde se encontra o albúmen líquido, conhecido como água-de-coco (ARAGÃO et al., 2002).

Figura 1- Morfologia Vegetal do coco verde e seco



Fonte: (CINTRA, 2010).

Os principais componentes das fibras vegetais são a celulose, a hemicelulose e a lignina. Além destes componentes também são encontrados compostos inorgânicos e moléculas extraíveis com solventes orgânicos, como pectinas, carboidratos simples, terpenos, alcaloides, saponinas, polifenólicos, gomas, resinas, gorduras e graxas, entre outros (SILVA et al, 2009).

No decorrer da produção de biomassa, as reações de fotossíntese convergem para a formação da celulose e da hemicelulose, componentes chave que consistem em vários carboidratos polimerizados. Consideram-se as fibras vegetais como compósitos de fibrilas de celulose mantidas coesas por uma matriz constituída de lignina e hemicelulose, cuja função é agir como barreira natural à degradação

microbiana e servir como proteção mecânica. Suas características estruturais estão relacionadas à natureza da celulose e à sua cristalinidade (SILVA et al, 2009).

A lignina e a hemicelulose formam o material cimentante entre as células, aumentandoem proporção direta à idade do coco, enquanto a pectina diminui em proporção indireta (ARAGÃO; SANTOS; ARAGÃO, 2005). Corradine et al. (2009) observaram que fibra de cascas de coco verde em cinco diferentes cultivares e em diferentes pontos de maturação apresentaram propriedades térmicas e mecânicas semelhantes, as quais são próximas das propriedades das fibras de coco maduro. Por outro lado, esses autores também observaram que os teores de lignina na casca de coco verde, variaram entre 37 e 44%, semelhante aos valores encontrados na literatura para a fibra de coco maduro (41-45%) (MOHANTY et al., 2000). Quanto aos teores de celulose, as cascas de coco verde apresentaram valores entre 31 e 37% pouco inferiores aos encontrados em cascas de coco maduros (36-43%) por Mohanty et al. (2000) e Bledzki et al. (1996).

3.3 Compostagem

O processo de compostagem é uma forma eficaz e econômica de tratar os resíduos orgânicos. Trata-se de um processo que possibilita o tratamento dos resíduos orgânicos domésticos, resíduos de jardinagem, bem como resíduos de algumas indústrias. É um processo bio-oxidativo controlado de decomposição predominantemente microbiológico, em condições que atingem temperaturas suficientemente elevadas para o crescimento dos microrganismos termofílicos, importantes participantes no processo, resultando na formação do biocomposto que é um produto estável que possui características apropriadas para diferentes utilizações (HERBETS et al., 2005). É um processo simples e barato, sendo um dos mais indicados para o tratamento de resíduos orgânicos.

Para (OLIVEIRA ET AL., 2005), a compostagem é um processo que pode ser utilizado para transformar diferentes tipos de resíduos orgânicos em adubo que, quando adicionado ao solo, melhora as suas características físicas, físico-químicas e biológicas. A técnica da compostagem foi desenvolvida com a finalidade de acelerar com qualidade a estabilização (também conhecida como humificação) da matéria orgânica. Na natureza a humificação ocorre sem prazo definido,

dependendo das condições ambientais e da qualidade dos resíduos orgânicos.

3.4 A Hidrolise alcalina

Provavelmente, a hidrolise alcalina é o mais popular processo de modificação de fibras naturais. Entre os tratamentos existentes, o tratamento alcalino é uma das modificações químicas mais baratas e utilizadas nas fibras naturais (SANCHEZ et al., 2010). A hidrólise alcalina proporciona uma redução da concentração de lignina na fibra. Tal visto que, a lignina atua como barreira mecânica, sendo responsável pela integridade, conferindo rigidez estrutural, impermeabilidade, aderência da celulose e hemicelulose, aumentando a resistência ao ataque microbiano (TAHERZADEH; KARIMI, 2008). A hidrólise alcalina em seu processo, se desenvolve pelo uso de um catalisador alcalino o qual acarreta o rompimento nas ligações éster entre hemicelulose e lignina. Por meio do rompimento dessas ligações, acontece o inchaço e o aumento na porosidade do material decorrente do aumento da superfície acessível para os microrganismos (COSTA et al., 2014).

3.5 A Capacidade de Troca Catiônica (CTC) em compostos orgânicos

A CTC mede a capacidade do composto de absorver cátions. Sendo que essa capacidade será tanto maior, quanto for o índice de humificação do material. Isto porque as substâncias húmicas que compõem o composto são coloides eletronegativos com grande superfície específica. O processo de humificação, que ocorre, principalmente, na maturação e qualidade do composto, pode ser medida pelo valor da CTC do composto ou também pela relação CTC/COT, ou seja, estas variáveis dão indicativas do grau de maturação do composto (PAIVA, 2008).

4. METODOLOGIA

4.1 Obtenção do material de composto

No presente estudo, foram utilizadas amostras obtidas a partir de dois experimentos desenvolvidos pela Embrapa Tabuleiros Costeiros:

“Eficiência do uso da casca de coco seco como cama de ovinos e

viabilidade da hidrólise alcalina em acelerar o processo de compostagem da casca de coco seco”. O experimento foi realizado em área de produtor de coqueiro gigante, no município de Barra de Santo Antônio, Alagoas. Empregou-se um pré-tratamento à CCS espalhada como cama em aprisco de ovinos, o qual consistiu na aplicação de hidróxido de cálcio na proporção de 2 % da massa seca da CCS. Cinco dias após o pré-tratamento, cinquenta animais foram colocados para pernoitar sobre a cama de CCS tratada (hidrolisada) e cinquenta animais em camade CCS não tratada (natural). Após 45 dias, as camas de ovinos (hidrolisada e não hidrolisada) foram levadas para o pátio de compostagem e enleiradas. Estabeleceram-se os seguintes tratamentos: Cama de ovinos com CCS hidrolisada (P1) e Cama de ovinos com CCS não hidrolisada (P2). Alternativamente à indisponibilidade de estercoovino como fonte nitrogenada, acrescentaram-se dois tratamentos: CCS hidrolisada + sulfato de amônio (P3) e CCS não hidrolisada + sulfato de amônio (P4). Leiras apenas com CCS hidrolisada (P5) e CCS não hidrolisada (P6) foram estabelecidas como testemunhas. Amostras das leiras foram coletadas aos 28, 64, 81, 116, 179 e 235 dias após o pré- tratamento com o hidróxido de cálcio.

“Eficiência dos dejetos de suínos e a viabilidade da hidrólise alcalina em acelerar o processo de compostagem da casca de coco verde”. O experimento foi realizado no município de Viçosa, na Fazenda São Luiz, da Universidade Federal de Alagoas (Unidade de Ensino de Viçosa). Empregou-se um pré-tratamento à CCV o qual consistiu na aplicação de hidróxido de cálcio na proporção de 1,5% da massa seca da CCV. Cinco dias após o pré-tratamento, estabeleceram-se leiras com as seguintes composições: CCV hidrolisada + DS (L1); CCV não hidrolisada + DS (L2); CCV hidrolisada + sulfato de amônio (L3); CCV não hidrolisada + sulfato de amônio (L4), além das leiras testemunhas constituídas pela CCV hidrolisada (L5) e CCV não hidrolisada (L6). Amostras das leiras foram coletadas aos 15, 32, 60, 95, 130 e 228 dias após o pré- tratamento com o hidróxido de cálcio.

4.2 Processamento analítico das amostras de composto

As amostras coletadas foram pesadas, secas a 60°C, trituradas em moinho tipo Willey, passadas por peneira de 0,5 mm e submetidas à determinação da condutividade elétrica e pH em água na relação composto: água igual a 1:10 e teor de cinzas por ignição em mufla a 550°C por duas horas.

A determinação da CTC foi baseada na metodologia de Rodella e Alcarde (1994) a qual consiste em uma adaptação da metodologia da Association of Official Analytical Chemists, empregada para a determinação da CTC em turfa (WILIAMS, 1984). A referida metodologia consiste no uso de carvão ativado à amostra para prevenção de perdas de material orgânicopassível de solubilização, ocupação dos sítios de troca do material em análise, com íons hidrogênio, lavagem do excesso de ácido, deslocamento dos íons hidrogênio com solução de acetato de cálcio a pH 7 e titulação do ácido acético formado.

O efeito do tempo de compostagem sobre a evolução das variáveis em estudo foi avaliado por meio de análise de regressão, utilizando-se para isso, o aplicativo Excel, da Microsoft.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. pH em água

Nas leiras onde se utilizou a CCS, nitidamente se verificou a separação dos valores de pH dos tratamentos em função do seu uso como cama de ovinos ou da adição do sulfato de amônio. Nas leiras estabelecidas a partir da cama de ovinos (P1 e P2), observou-se que o pH esteve entre 7,5 e 8,0, não variando durante todo o período de compostagem (Figura 2) e não mostrando efeito do pré-tratamento alcalino (hidróxido de cálcio). Os resultados obtidos não demonstram o esperado comportamento do pH em processo de compostagem. Normalmente, o pH é considerado um bom indicador da estabilização de compostos orgânicos em consequência do seu comportamento durante a compostagem. Isso se deve à acidificação inicial do meio, por efeito da formação de ácidos solúveis, os quais são transformados em dióxido de carbono pela ação microbiana e posterior elevação do pH, com estabilização em valores alcalinos (Avnimelech, 1996; Wu et al., 2000; Kiehl, 2004; Iyengar e Bhave, 2006).

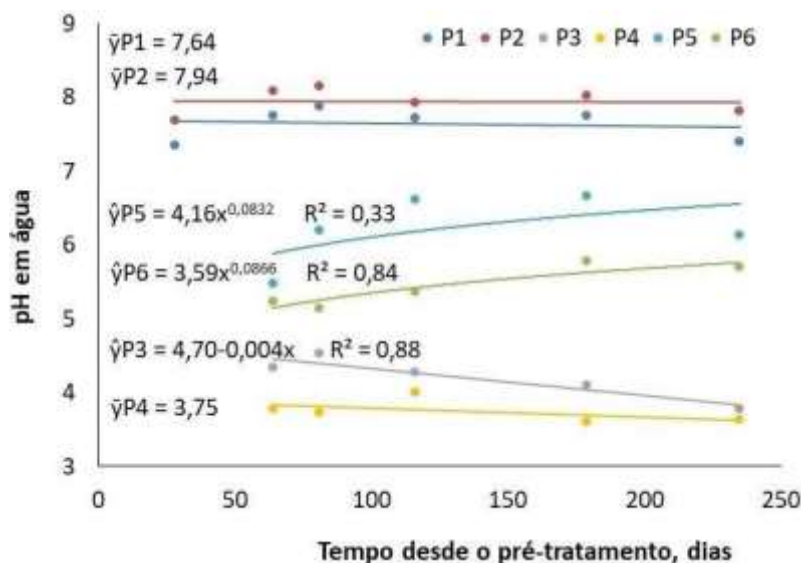
A adição do sulfato de amônia nos tratamentos P3 e P4 manteve as leiras de compostagem ácidas durante todo o período avaliado (pH entre 4,33 e 3,60). No entanto, o pré-tratamento alcalino da CCS adicionada de sulfato de amônio (P3), evidenciam o seu efeito sobre o pH no início do enleiramento, o qual foi diminuindo ao longo do período em estudo.

A acidificação decorrente do enriquecimento com o sulfato de amônio na

compostagem de resíduos da produção de biodiesel também foi observada por Lima (2006). A liberação de H^+ para o meio, resultante da reação ácida desse fertilizante, não permitiu a elevação do pH até o final do período de compostagem.

No período de estudo, o pH da CCS hidrolisada (P5) variou de 5,48 a 6,13, enquanto o pH da CCS natural (não hidrolisada), esteve entre 5,24 e 5,70, ressaltando o efeito da hidrólise alcalina sobre o pH desse resíduo.

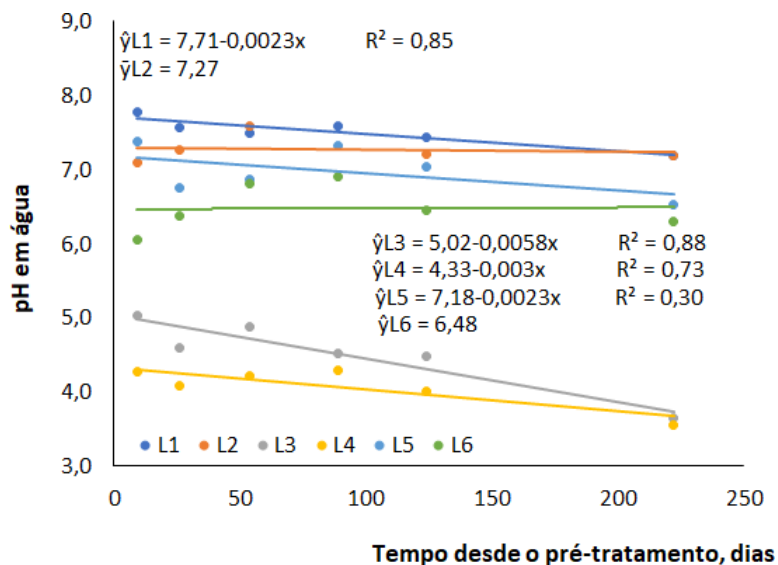
Figura 2- Valores de pH em compostos orgânicos de cascas de coco seco (CCS), hidrolisadas ou não, como cama de ovinos ou adicionadas de sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Barra de Santo Antônio, AL (médias de quatro repetições). P1: Cama de ovinos com CCS hidrolisada; P2: Cama de ovinos com CCS não hidrolisada; P3: CCS hidrolisada + sulfato de amônio; P4: CCS não hidrolisada + sulfato de amônio; P5: CCS hidrolisada e, P6: CCS não hidrolisada.



Na compostagem da CCV, a distinção dos tratamentos em função das variações do pH, foi menos nítida que durante a compostagem da CCS (Figura 3). O pH nas leiras que receberam esterco suíno (L1 e L2) também se manteve alcalino durante todo período de compostagem variando entre 7,78 e 7,19, pouco acima dos valores de pH observados na CCVhidrolisada ou não (L5 e L6) (variação entre 7,37 e 6,29). No entanto, a adição do sulfato de amônio, também acidificou as leiras de CCV ao longo de todo o período do processamento do composto.

Quanto ao pré-tratamento da CCV com cal (hidrólise alcalina), ressalta-se o efeito inicial, o qual vai diminuindo à medida que a compostagem avança

Figura 3- Valores de pH em compostos orgânicos de cascas de coco verde, hidrolisadas ou não, com dejetos de suínos ou sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Viçosa, AL, (médias de quatro repetições). L1: Casca de coco verde (CCV) hidrolisada + dejetos suínos; L2: CCV não hidrolisada + dejetos suínos; L3: CCV hidrolisada + sulfato de amônio; L4: CCV não hidrolisada + sulfato de amônio; L5: CCV hidrolisada; L6: CCV não hidrolisada.



5.2. Condutividade elétrica (CE)

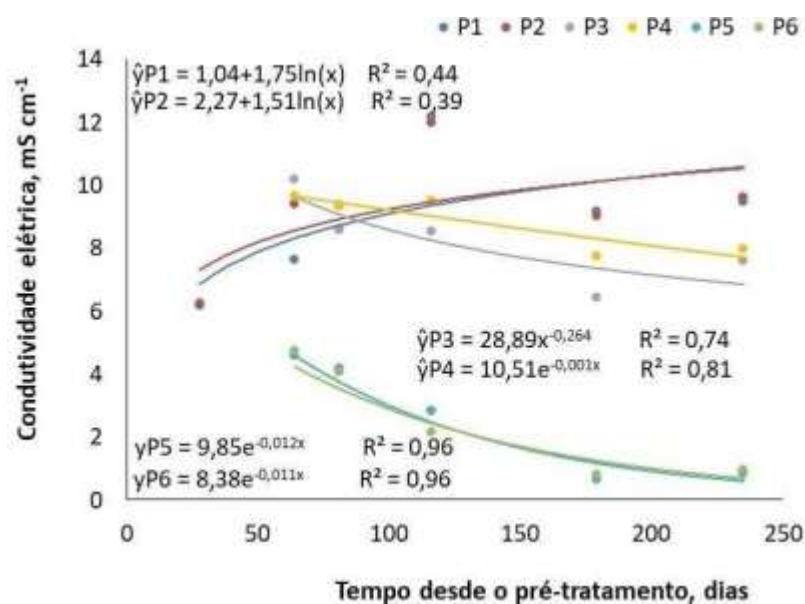
A evolução da condutividade elétrica durante o período de estudo não reflete o efeito da hidrólise alcalina da CCS. A comparação dos tratamentos submetidos ao pré-tratamento alcalino (P1, P3 e P5) com seus pares não tratados (P2, P4 e P6) ressalta a carência de efeito (Figura 4).

A elevação da condutividade elétrica decorrente do aumento da concentração proporcional de íons resultante da mineralização da matéria orgânica durante a compostagem (Paredes et al., 2001), só foi observado nas leiras de processamento da CCS utilizada com cama de ovinos (leiras P1 e P2).

O efeito imediato da adição de sais de sulfato de amônio (fertilizante com índice salinidade de 69%, conforme Rader et al, 1943) nos tratamentos P3 e P4, elevaram sua condutividade elétrica a valores próximos a 10 mS cm^{-1} , o qual foi diminuindo durante o período estudado.

O decréscimo da condutividade nas testemunhas tratada ou não (P5 e P6) possivelmente se deve a baixa mineralização e lavagem dos sais dessas leiras por efeito de chuvas.

Figura 4- Condutividade elétrica (CE) em compostos orgânicos de cascas de coco seco (CCS), hidrolisadas ou não, como cama de ovinos ou adicionadas de sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Barra de Santo Antônio, AL (médias de quatro repetições). P1: Cama de ovinos com CCS hidrolisada; P2: Cama de ovinos com CCS não hidrolisada; P3: CCS hidrolisada + sulfato de amônio; P4: CCS não hidrolisada + sulfato de amônio; P5: CCS hidrolisada e, P6: CCS não hidrolisada.

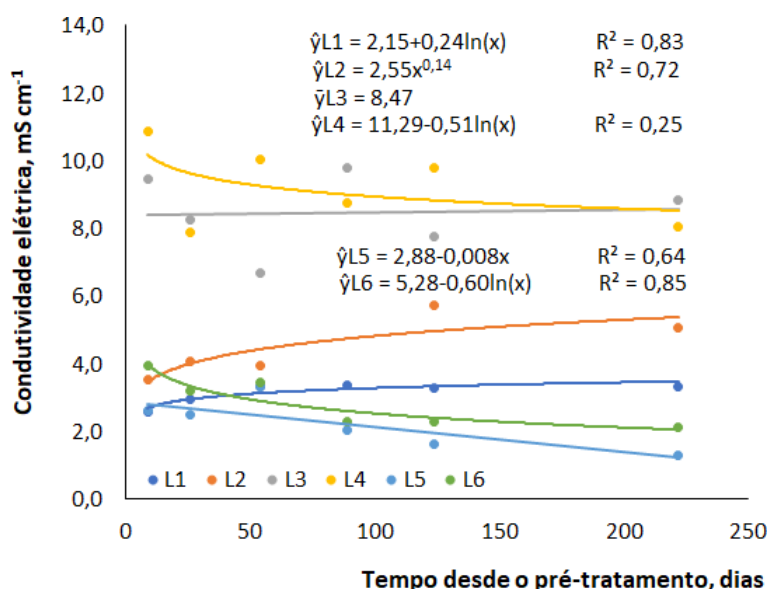


Diferente do efeito da cama de ovinos sobre a condutividade elétrica da CCS, a compostagem da CCV com esterco suíno (L1 e L2) foi menos pronunciado (Figura 5), com valores que variaram entre 2,59 e 5,07 mS cm⁻¹, apesar do efeito ser também crescente. No entanto, é possível observar que a CE foi mais elevada na leira L2, sugerindo um efeito detrimental da hidrólise alcalina.

A adição do sulfato de amônio também interferiu fortemente sobre a condutividade elétrica da CCV das leiras L3 e L4, permanecendo acima de 8 mScm⁻¹

1. Por sua vez, a condutividade elétrica dos resíduos (hidrolisado ou não, variou entre 3,92 e 1,29 mS cm⁻¹.

Figura 5- Condutividade elétrica (CE) em compostos orgânicos de cascas de coco verde, hidrolisadas ou não, com dejetos de suínos ou sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Viçosa, AL, (médias de quatro repetições). L1: Casca de coco verde (CCV) hidrolisada + dejetos de suínos; L2: CCV não hidrolisada + dejetos de suínos; L3: CCV hidrolisada + sulfato de amônio; L4: CCV não hidrolisada + sulfato de amônio; L5: CCV hidrolisada; L6: CCV não hidrolisada.



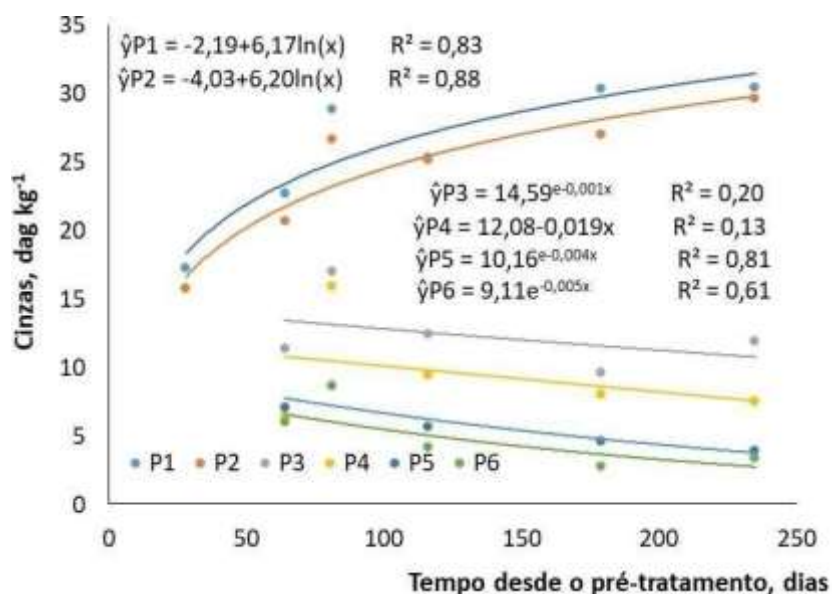
5.3. Cinzas

O teor médio inicial de cinzas dos compostos P1 e P2 (Figura 6) esteve em torno de $16,6 \text{ dag kg}^{-1}$, bem inferiores ao observado por Gomes (2012), no início da compostagem de resíduos da agroindústria da cana adicionados de vinhaça (em torno de 38 dag kg^{-1}). Esse teor não foi alcançado nem ao final da compostagem, quando o teor médio final de cinzas de P1 e P2 foi de 30,5% (aumentos em torno de 75 e 87%, respectivamente).

Em contraposição aos teores médios de cinzas iniciais ($6,5 \text{ dag kg}^{-1}$) e finais ($3,6 \text{ dag kg}^{-1}$) da CCS hidrolisada ou natural (P5 e P6), observa-se a contribuição dos ovinos na mineralização desse resíduo.

Os teores de cinzas das CCS adicionados sulfato de amônio, diminuiram ressaltando a baixa mineralização nas leiras P3 e P4 (Lima, 2006).

Figura 6- Teor de cinzas em compostos orgânicos de cascas de coco seco (CCS), hidrolisadas ou não, como cama de ovinos ou adicionadas de sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Barra de Santo Antônio, AL (médias de quatro repetições). P1: Cama de ovinos com CCS hidrolisada; P2: Cama de ovinos com CCS não hidrolisada; P3: CCS hidrolisada + sulfato de amônio; P4: CCS não hidrolisada + sulfato de amônio; P5: CCS hidrolisada e, P6: CCS não hidrolisada.

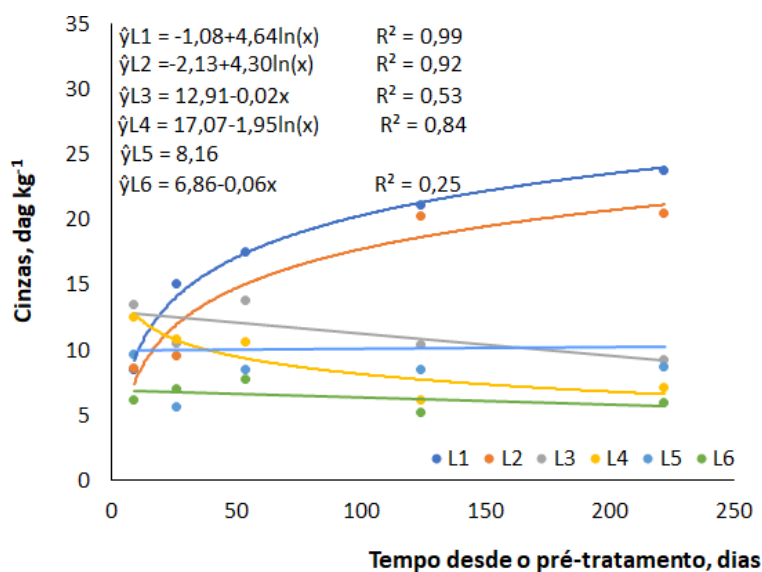


Também durante a compostagem da CCV com esterco suíno, as leiras L1 e L2 foram as únicas com teores de cinzas crescentes (figura 7). Os teores médios, iniciais e finais de cinzas, nessas leiras foi, respectivamente, de 8,52 e 22,13 dag kg⁻¹, com aumentos de 64% (L1) e 58% (L2).

As leiras de resíduos tratados e não tratados (L5 e L6), tiveram seus valores iniciais baixos e ao longo do período avaliado se mantiveram quase que constantes (teores médios de 9,42 e 7,36 dag kg⁻¹).

Tanto na CCV quanto na CCS, a hidrólise alcalina parece ter favorecido o aumento dos teores de cinzas (Figuras 6 e 7), tendo auxiliado a mineralização desses resíduos.

Figura 7- Teor de cinzas em compostos orgânicos de cascas de coco verde, hidrolisadas ou não, com dejetos de suínos ou sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Viçosa, AL, (médias de quatro repetições). L1: Casca de coco verde (CCV) hidrolisada + dejetos suínos; L2: CCV não hidrolisada + dejetos suínos; L3: CCV hidrolisada + sulfato de amônio; L4: CCV não hidrolisada + sulfato de amônio; L5: CCV hidrolisada; L6: CCV não hidrolisada.



5.4. Capacidade de troca catiônica (CTC)

Durante a compostagem da CCS utilizada como cama de ovinos, a CTC média foi de $644 \text{ mmolc kg}^{-1}$ no início do processamento, tendo aumentado em torno de 30 % até o final do período (em torno de $883 \text{ mmolc kg}^{-1}$). A comparação do comportamento da CTC durante o processamento de P1 e P2 não evidencia efeito da hidrólise alcalina.

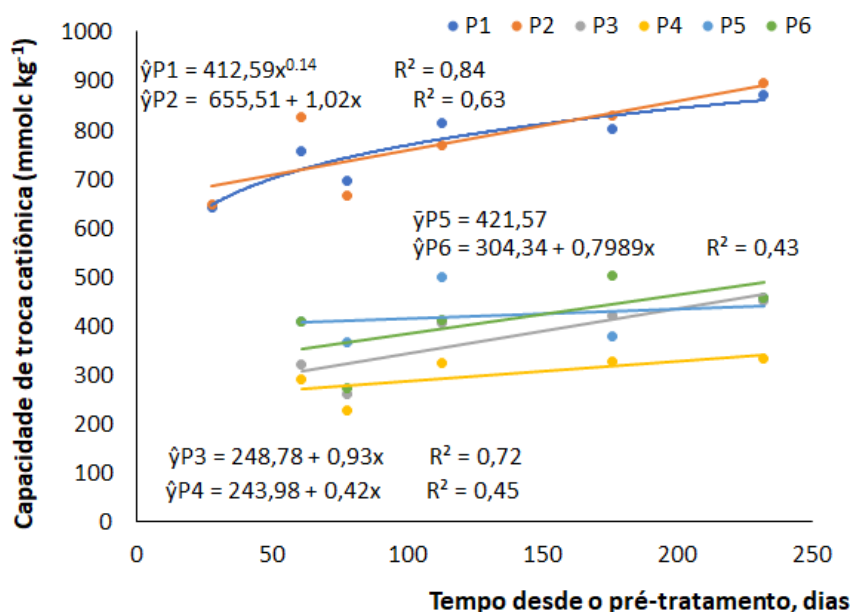
Gomes (2012) obtiveram compostos a partir de resíduos da cana de açúcar cuja CTC variou de $159,9$ a $209,8 \text{ mmolc kg}^{-1}$ no início da compostagem, tendo dobrado até ao final do período (entre $350,5$ e $526,7 \text{ mmolc kg}^{-1}$). Mesmo a evolução dos valores da CTC observada ao longo do processo de cura da tortade filtro pura (de $495,7$ a $755 \text{ mmolc kg}^{-1}$), se mostrou inferior aos valores observados durante a compostagem da CCS utilizada como cama de ovinos. Tal resultado ressalta o potencial das cascas do coco maduro em gerar compostos orgânicos com forte caráter condicionador de solo.

No entanto, a adição de sulfato de amônio à CCS, hidrolisada ou não, influenciou negativamente a geração de cargas elétricas e aumento da CTC

durante a fase de enleiramento dos resíduos. Uma vez que a CTC do composto será tanto maior, quanto maior for a presença de coloides eletronegativos com grande superfície específica (substâncias húmicas) (PAIVA et al., 2011), infere-se quanto ao efeito negativo do sulfato de amônio sobre a degradação e humificação da CCS.

Considerando valores de $CTC > 600 \text{ mmolc kg}^{-1}$ como indicativos de maturidade do composto, conforme proposto por Harada e Inoko (1980), apenas compostos de CCS utilizada como cama de ovinos (P1 e P2) podem ser considerados maduros ao final do período considerado (250 dias).

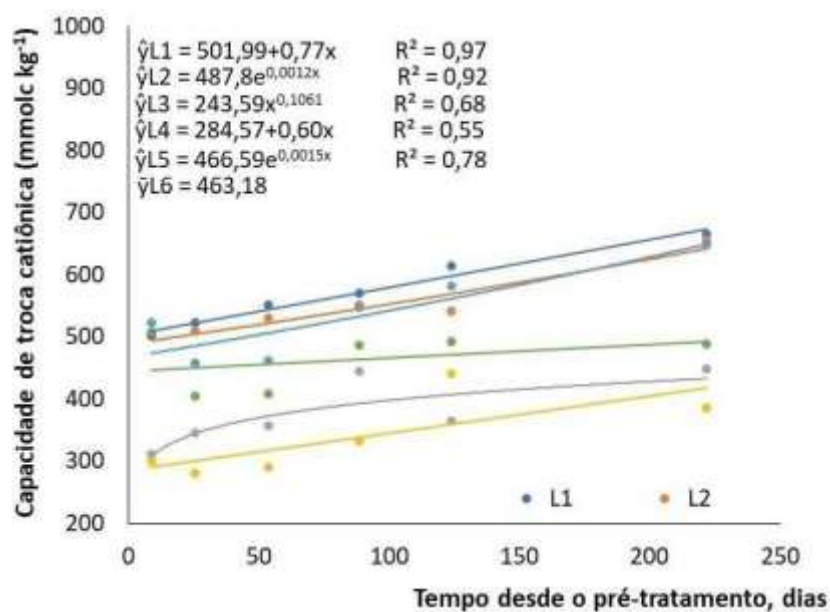
Figura 8- Capacidade de troca de cátions (CTC) em compostos orgânicos de cascas de coco seco (CCS), hidrolisadas ou não, como cama de ovinos ou adicionadas de sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Barra de Santo Antônio, AL (médias de quatro repetições). P1: Cama de ovinos com CCS hidrolisada; P2: Cama de ovinos com CCS não hidrolisada; P3: CCS hidrolisada + sulfato de amônio; P4: CCS não hidrolisada + sulfato de amônio; P5: CCS hidrolisada e, P6: CCS não hidrolisada.



Em média, observou-se que CTC inicial das cascas de coco maduro (P6, $408 \text{ mmolc kg}^{-1}$) se mostrou inferior à das cascas de coco verde (L6, $506 \text{ mmolc kg}^{-1}$).

kg⁻¹) (Figuras 8 e 9, respectivamente). No entanto, a geração de cargas elétricas durante o período de estudo não se deu com a mesma intensidade. Nas leiras de compostagem da CCV com esterco suíno, a CTC aumentou de 503 para 659 mmolc kg⁻¹, enquanto a adição de sulfato de amônio novamente influenciou negativamente a geração de cargas elétricas nos resíduos nas leiras L3 e L4 (CTC média inicial e final de 306 e 390 mmolc kg⁻¹, respectivamente). A hidrólise alcalina apenas pareceu influenciar a geração de cargas na CCV testemunha (L5).

Figura 9- Capacidade de troca de cátions (CTC) em compostos orgânicos de cascas de coco verde, hidrolisadas ou não, com dejetos de suínos ou sulfato de amônio, coletadas ao longo do processo de compostagem. Viçosa, AL, (médias de quatro repetições). L1: Casca de coco verde (CCV) hidrolisada + dejetos suíno; L2: CCV não hidrolisada + dejetos suíno; L3: CCV hidrolisada + sulfato de amônio; L4: CCV não hidrolisada + sulfato de amônio; L5: CCV hidrolisada; L6: CCV não hidrolisada.



6. CONCLUSÃO

O uso das cascas de coco maduro (seco) como cama de ovinos foi mais eficiente em acelerar o processo de compostagem que a adição de esterco suíno às cascas de coco verde ou a hidrólise alcalina.

A evolução da capacidade de troca de cátions durante o processo de compostagem se mostrou como um bom indicador no estudo da aceleração da degradação da casca de coco verde e do coco seco.

7. REFERÊNCIAS

ARAGÃO, W. M.; SANTOS, V. A. J.; ARAGÃO, F. B. **Produção de fibra de cultivares de coqueiro**. Comunicado Técnico 36. janeiro, Aracaju - SE. 2005.

AVNIMELECH, Y., BRUNER, M., EZRONY, I., SELA, R., KOCHBA, M. **Stability indexes for municipal solid waste compost**. Compost Science and Utilization, v.4,p.13–20, 1996.

BALAT, M. 2011. Production of bioethanol from lignocellulosic materials via the biochemical pathway: A review. **Energy Conversion and Management**, 52, 2, 858- 875.

BENASSI, A. C. **Caracterizações biométrica, química e sensorial de frutos de coqueiro variedade Anã Verde**. 2006. 98 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

BITENCOURT, D. V. **Potencialidades e estratégias sustentáveis para o aproveitamento de rejeitos do coco (Cocos nucifera L.)**. São Cristóvão, Sergipe, 2008. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Sergipe, 2008.

BLEDZKI, A. K.; REIHMANE, S.; GASSAN, J. J. Properties and modification methods for vegetable fibers for natural fiber composites. Journal of Applied Polymer Science, New York, v.59, n.2, p.1326-1336, 1996.

BORTOLUZZI, E “et al”. **Contribuição de constituintes de solo à capacidade de troca de cátions obtida por diferentes métodos de extração**. R. Bras. Ci.Solo, 33:507-515, 2009.

BRAINER, M. S.C P “et al”. **Coco: produção e mercado**. Ano 6 | nº 206 | dezembro

| 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1043/1/2021_CDS_206.pdf.

CABRAL, M. M. S; ABUD, A. K. S; ROCHA, M. S. R. S; ALMEIDA, R. M. R. G; GOMES, M. A. **Composição da fibra da casca de coco verde in natura e após tratamentos químicos**. ENGEVISTA, V. 19, n.1, p. 99-108, janeiro 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/9089-Texto%20do%20Artigo-38381-1-10-20170130.pdf>.

CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, dezembro 2002.

CIESIELSKI, H. & STERCKEMAN, T. A **comparison between three methods for the determination of cation exchange capacity and exchangeable cations in soils**. Agronomie, 17:9-16, 1997.

CINTRA, F.L.D. (2010). Co-produtos. Recuperado de <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000giw3qz5o02wx5ok05vadr1u5iye30.html> Codex Alimentarius. (1999). Codex Standard for Named Vegetable Oils. Retrieved from <http://www.fao.org/3/y2774e/y2774e04.htm>.

CORRADINE, E; ROSA, M. F.; MACEDO, B. P.; PALADIN, P. D.; MATTOSO, L.H. C. **Composição química, propriedades mecânicas e térmicas da fibra de frutos cultivares de coco verde**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, vol. 31, n. 3, setembro 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v31n3/a30v31n3>.

COSTA, A. G.; PINHEIRO, F. G. C.; PINHEIRO, G. C.; SANTOS, A. B dos; SANTAELLA, S. T.; LEITÃO. **Geração de metano a partir de resíduos lignocelulósicos oriundos da produção do biocombustível**: revisão. Revista DAE, n. 194, 2014.

FERNANDES, F.; SILVA S. M. C. **Manual prático para a compostagem de**

biossólidos.1996, disponível em:

<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/Livro%20Compostagem.pdf>.

FONTENELE, R. **Cultura do coco no brasil: caracterização do mercado atualem perspectivas futuras**. XLIII congresso da sober, Ribeirão Preto, 24 a 27 de Julho de 2005.

FRANCISCO, P. **Compostagem biotecnológica acelerada para produção de ração ou adubo a partir de resíduos de lixo verde**. Salvador, BA 2015. Disponível: [Francisco,P - COMPOSTAGEM BIOTECNOLÓGICA ACELERADA - 2015.pdf](#).

GOMES, T. C. A. **Reciclagem de vinhaça por meio do processo da compostagem** / Tâmara Cláudia de Araújo Gomes. – Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012.40 p. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961; 74). Disponível em: http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2012/bp_74.pdf.

HARADA, Y.; INOKO,A. **Relationship between cation Exchange capacity and degree of maturity of city refuse composts**. Soil Science and Plant Nutrition, v.26, n.3, p.353- 362, 1980.

HERBETS “et al”. **Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos**. 2005. Disponível em: <http://periodicos.univille.br/index.php/RSA/article/download/68/111>.

IYENGAR, S.R.; BHAVE, P.P. **In-vessel composting of household wastes**. Waste Management, v.26, p.1070–1080, 2006.

ITO, M.; GUIMARÃES, D.; AMARAL, G. **Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades**. BNDES Setorial, 44, p. 125- 156, 2016.

JACKSON, M.G. Review article: **the alkali treatment of straws**. **Animal Feed**

Science and Technology, v.2, n.2, p.105-130, 1977. Acesso: 05 de fev. de 2022.
METSON, A.J. **Methods of chemical analysis for survey samples**. N.Z Soil Bur Bull., n.12, 208p. 1956.

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4.ed. Piracicaba, SP: E.J. Kiehl, 2004. 173

LAX, A., ROIG, A. and COSTA, F., 1986. **A method for determining the cation-exchange capacity of organic materials**. Plant Soil, 94: 349-355.

LIMA, C.C.de. **Caracterização química de resíduos da produção de biodiesel compostados com adição mineral**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 167p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Programa de Pós- Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MOHANTY, A. K.; MISRA, M.; HINRINCHSEN, G. Biofibers, **biodegradable polymers and biocomposites**: An overview. Macromolecular Materials and Engineering, Berlin, v.276, n.3-4, p.1-24, 2000.

OLIVEIRA, E. C. A.; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. **COMPOSTAGEM**. Universidade de São Paulo. 2008. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz_02wyi_v80efhb2adn37yaw.pdf.

ORSINI, L. & REMY, J.C. **Utilisation du chlorure de cobalti hexamine pour la détermination simultanée de la capacité d'échange et des bases échangeables des sols**. B. l'AFES, Sci. Sol, 4:269-275, 1976.

PAREDES, C.; BERNAL, M.P.; ROIG, A.; CEGARRA; J. **Effects of olive mill wastewater addition in composting of agroindustrial and urban wastes**. Biodegradation, v.12, p.225–234, 2001.

PAIVA, E. **Avaliação de sistema de tratamento de carcaças de frangos pelo método da composteira-windrow**. Revista eletrônica de engenharia civil.

Nº3, Volume 1, 19-27. Janeiro de 2011.

PAIVA, E.C.R., MATOS, A.T., SARMENTO, A.P., PAULA, H.M., JUSTINO, E.A.

Avaliação de sistema de tratamento de carcaças de frangos pelo método da composteira-windrow. Revista Eletrônica de Engenharia Civil. , v.1, p.19-27, 2012.

Rader, L.F., Jr.; White, L.M.; Whittaker, C.W. The salt index: **a measure of the effect of fertilizers on the concentration of the soil solution**. Soil Science, v.55, p. 201–218. 1943.

RAIJ, B.van. **New diagnostic techniques, universal soil extractants**. Comm.Soil Sci. Plant Anal., 25:799-816, 1994.

RODELLA, A.A.; ALCARDE, J.C. **Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes**. Scientia Agricola, v.51, n.3, p.556-562, 1994.

SANCHEZ. E, M, S., CAVANI. C, S., LEAL. C, V., SANCHEZ. C, G. 2010.

Compósito de Resina de Poliéster Insaturado com Bagaço de Cana-de-Açúcar: Influência do Tratamento das Fibras nas Propriedades. Polímeros, vol. 20, nº 3, p. 194-200, 2010.

SAMPAIO, A. R., RAMOS, S. J., GUILHERME, D. O., COSTA, C. A., FERNANDES, L. A. 2008. **Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha**. Horticultura Brasileira, 26, 499-503.

SENHORAS, E. M. 2003. **Estratégias de uma agenda para a cadeia agroindustrial de coco**. Monografia, Instituto de Economia, UNICAMP, Campinas. 38 p.

SENHORAS, E. M. 2004. **Oportunidades da cadeia agroindustrial do coco verde: do coco verde nada se perde, tudo se desfruta**. Portal Urutágua. Disponível em:

http://www.urutagua.uem.br/005/22eco_senhoras.htm#_ftn1

SILVA, R “et al”. **Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compósitos**. Quim. Nova, Vol. 32, No. 3, 661-671, 2009. Maringá - PR, Brasil. publicado na web em 02 de abril de 2009.

SIMARD, R. R.; Evans, L. J.; Bares, T. E. **Effects of additions of CaCO₃ and Pon the soil solution composition of a Podzolic soil. Canadian Journal of Soil Science**, Boca Raton: Lewis Publish, v. 68, p. 41-52. 1988.

TAHERZADEH, M. J.; KARIMI, K. **Pretreatment of lignocellulosic wastes to improve ethanol and biogas production: review**. Internaticonal Journal of Molecular Sciences, v. 9, n. 9, p. 1621-1651, 2008.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

WARWICK, D, “et al”. **A cultura do coco**. 1ª edição. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

WU, L.; MA, L.Q.; MARTINEZ, G.A. **Comparison of methods for evaluating stability and maturity of biosolids compost**. Journal of Environmental Quality, v. 29, p.424- 429, 2000.