



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

**JOSÉ MARCONE DA SILVA**

**DEGRADAÇÃO DA CASCA DE COCO VERDE E SECO POR HIDRÓLISE**  
**ALCALINA NA COMPOSTAGEM OU COBERTURA MORTA**

**RIO LARGO - AL**  
**2022**

JOSÉ MARCONE DA SILVA

**DEGRADAÇÃO DA CASCA DE COCO VERDE E SECO POR HIDRÓLISE  
ALCALINA NA COMPOSTAGEM OU COBERTURA MORTA**

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: Dr<sup>a</sup>. 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

S237d Silva, José Marccone da.

Degradação da casca de coco verde e seco por hidrólise alcalina na compostagem ou cobertura morta. / José Marccone da Silva. – 2022.

32f.: il.

Orientadora: 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. Compostagem. 2. Fibras de coco. 3. Cal hidratada. 4. Suinocultura. I. Título.

CDU: 634.616:636.4

## Folha de Aprovação

**JOSÉ MARCONE DA SILVA**

### **DEGRADAÇÃO DA CASCA DE COCO VERDE E SECO POR HIDRÓLISE ALCALINA NA COMPOSTAGEM OU COBERTURA MORTA**

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 apresentado em 27/12/2022.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Tâmara Cláudia de Araújo Gomes

#### **Banca examinadora:**

Documento assinado digitalmente  
 TAMARA CLAUDIA DE ARAUJO GOMES  
Data: 27/12/2022 17:44:06-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

**Dr<sup>a</sup>. Tâmara Cláudia de Araújo Gomes – EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS  
(Orientadora)**

Documento assinado digitalmente  
 LIGIA SAMPAIO REIS  
Data: 27/12/2022 19:45:46-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

**Prof. Dra. Ligia Sampaio Reis – CECA/UFAL**

Documento assinado digitalmente  
 JOAO GOMES DA COSTA  
Data: 27/12/2022 17:50:23-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

**Prof. Dr. João Gomes da Costa - EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS e  
CECA/UFAL**

## DEDICATÓRIA

Dedico

Aos meus pais Josefa Maria da Silva e Benedito Manoel Júlio da Silva, pelo amor incondicional, por sempre me apoiar nessa jornada, pela criação e por todo ensinamento.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela presença constante em minha vida, pela força e a coragem durante toda esta caminhada guiando-me conforme o Seu querer.

Agradeço a toda minha família, em especial aos meus pais por seu amor incondicional, Josefa Maria da Silva e Benedito Manoel Júlio da Silva, por todo apoio e por não medirem esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. Vocês que me fazem me orgulhar pelo que sou, são meus melhores e maiores presentes.

Agradeço aos meus irmãos José Márcio da Silva, Daniel da Silva, Daniela da Silva, José Gabriel da Silva e José Nilson da Silva pelo carinho e incentivo de sempre.

Agradeço a minha esposa, Jocatia Maria da Silva, por esta sempre comigo e me compreender deste o início dessa jornada, me apoiando e incentivando mesmo nos meus momentos difíceis, pelo amor dedicado a mim e por todo companheirismo que nunca faltaram.

Agradeço a minha querida orientadora, Dra. Tâmara Cláudia de Araújo Gomes e Dr. João Gomes da Costa, por todo ensinamento, paciência, pela força, atenção disponibilizada e orientação o que tornou possível a conclusão deste trabalho.

Agradeço a Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e ao Centro de Engenharias e Ciências Agrárias, a Embrapa Tabuleiros Costeiros por ter me acolhido e todo corpo técnico, em especial ao pessoal dos laboratórios, Ítalo Brito, Weslany Vitorino e Luciélio Manoel da Silva, pela convivência amigável e pelos ensinamentos.

Aos meus parceiros de laboratório, João Pedro de Castro Silva, Maria Fernanda Santos e José Kevin de Oliveira, pela experiência compartilhada e amizade para além da UFAL.

Aos meus colegas de turma, por todos os momentos compartilhados nesta jornada. Especialmente João Pedro de Castro Silva, Daiana Santos, Dalmo de Freitas, Douglas Bezerra, José Kevin de Oliveira e Túlio Menezes, amigos que a vida me presenteou.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, meu muito obrigado.

## RESUMO

O cultivo do coco é uma das principais atividades socioeconômicas da região do Nordeste, no entanto, para fins não agrícolas, apenas parte das cascas geradas a partir do uso dos frutos maduros é aproveitada. O excedente, tanto quanto as cascas de coco verde resultantes do seu uso agroindustrial ou in natura, resultam em grandes problemas ambientais, causados por volumes significativos de resíduos. Diante disso, a reciclagem de resíduos orgânicos por meio da compostagem, constitui em uma estratégia importante. A casca de coco apresenta, porém, alta relação C/N e alto teor de lignina, exigindo maior tempo de processamento. O desenvolvimento de conhecimentos sobre a aceleração da degradação da casca do coco verde e do coco seco, representará um avanço tecnológico para uso desses resíduos, com impactos positivos sobre a economia e sobre o meio ambiente. Assim, uma alternativa seria tentar acelerar sua degradação por meio do pré-tratamento da fibra com um agente alcalinizante (hidrólise alcalina). Por sua vez, a expansão da suinocultura e ovinocultura no Brasil, também resulta em fortes impactos ambientais, constituem importantes fontes de N e demandam maior integração com outros sistemas de produção agropecuária. Assim a presente pesquisa, tem como objetivo avaliar a aceleração da compostagem da casca do coco verde com dejetos suínos e das cascas de coco seco utilizada como cama de ovinos, submetida ou não à hidrólise alcalina prévia, utilizando para isso, o fracionamento dos constituintes da fibra (celulose, hemicelulose e lignina) e a relação hemicelulose/lignina. Foram utilizadas amostras coletadas em três experimentos diferentes desenvolvido no município de viçosa (CCV x dejetos de suínos), Barra de Santo Antônio (CCS como cama de ovinos) e Boca da Mata (CVV x cobertura morta), Alagoas. conclui-se que as estratégias de aceleração da degradação da fibra da CCV e CCS com seu uso como cobertura morta e hidrólise alcalina (cal hidratada) mostrou efeitos mais discretos que os obtidos nas leiras de composto testados.

**Palavras-chaves:** Compostagem, Fibras de coco, Cal hidratada, Suinocultura.

## ABSTRACT

Coconut cultivation is one of the main socioeconomic activities in the Northeast region, however, for non-agricultural purposes, only part of the husks generated from the use of ripe fruits is used. The surplus, as well as the green coconut husks resulting from its agro-industrial or in natura use, result in major environmental problems, caused by significant volumes of waste. Therefore, recycling organic waste through composting is an important strategy. However, coconut husk has a high C/N ratio and high lignin content, requiring longer processing time. The development of knowledge about the acceleration of the degradation of the green coconut shell and the dry coconut will represent a technological advance for the use of these residues, with positive impacts on the economy and on the environment. Thus, an alternative would be to try to accelerate its degradation by pre-treating the fiber with an alkalizing agent (alkaline hydrolysis). In turn, the expansion of pig and sheep farming in Brazil also results in strong environmental impacts, are important sources of N and demand greater integration with other agricultural production systems. Thus, the present research aims to evaluate the acceleration of the composting of the green coconut husk with swine manure and of the dry coconut husks used as sheep litter, submitted or not to previous alkaline hydrolysis, using for this, the fractionation of the constituents of the fiber (cellulose, hemicellulose and lignin) and the hemicellulose/lignin ratio. Samples collected in three different experiments developed in the municipality of Viçosa (CCS x swine manure), Barra de Santo Antônio (CCS as sheep bedding) and Boca da Mata (CVV x mulch), Alagoas. it is concluded that the strategies for accelerating the fiber degradation of the VCC and CCS with its use as mulch and alkaline hydrolysis (hydrated lime) showed more discreet effects than those obtained in the tested compost windrows.

**Keywords:** Composting, Coconut fibers, Hydrated lime, Sheep farming.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Teores de Fibra em Detergente Neutro (FDA)(1A), Fibra em Detergente Acido (FDA)(1B), hemicelulose (1C), celulose (1D), lignina (1E) e relação hemicelulose/lignina (1F) em compostos orgânicos formulados com cascas de coco seco (CCS) hidrolisadas ou não com cal hidratada, utilizadas como cama de ovinos ou adicionadas de sulfato de amônio, em função de 172 dias de compostagem. Barra de Santo Antônio, AL, 2019. **Legenda** = 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; \*, \*\* = significativos pelo teste F, respectivamente, a 5 e 1%.....23

**Figura 2.** Teores de Fibra em Detergente Neutro (FDA)(2A), Fibra em Detergente Acido (FDA)(2B), hemicelulose (2C), celulose (2D), lignina (2E) e relação hemicelulose/lignina (2F) em compostos orgânicos formulados com cascas de coco verde (CCV) hidrolisadas ou não, utilizadas com dejetos de suínos ou adicionadas de sulfato de amônio, em função de 222 dias de compostagem (Viçosa, AL, 2019). **Legenda:** L1 = CCV hidrolisada + esterco suíno (ES); L2 = CCV não hidrolisada + ES (L2); L3 = CCV hidrolisada + SA; L4 = CCV não hidrolisada + SA; L5 = CCV hidrolisada; L6 = CCV não hidrolisada. \*, \*\* = significativos pelo teste F, respectivamente, a 5 e 1%.....25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Componentes da fibra de cascas de coco seco (CCS) e cascas de coco verde (CCV) hidrolisadas ou não com cal hidratada, submetidas a compostagem (Experimentos I e II) ou cobertura de solo (Experimento III), no início e no final dos respectivos períodos de estudo. Respectivamente, Barra de Santo Antônio, AL (2019), Viçosa, AL (2019) e Boca da Mata, AL (2018) .....	20
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

**C:** Carbono;

**N:** Nitrogênio;

**pH:** Potencial hidrogeniônico;

**CCS:** Casca de coco seco;

**CCV:** Casca de coco verde;

**DS:** Dejetos de Suínos;

**CO:** Cama de ovinos;

**CE:** Condutividade elétrica;

**FDA:** Fibra em detergente Ácido;

**FDN:** Fibra em detergente Neutro;

**MS:** Matéria Seca;

**MO:** Matéria Orgânica;

**NaOH:** Hidróxido de sódio;

**CaO:** Óxido de cálcio;

**Ca(OH)<sub>2</sub>:** Hidróxido de cálcio;

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVO.....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 Casca de coco.....	13
3.1 Compostagem .....	14
3.2 Hidrolise Alcalina .....	15
4. METODOLOGIA .....	16
4.1 Obtenção dos materiais de estudo .....	16
4.2 processamentos analítico e estatístico das amostras coletadas.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
6.CONCLUSÕES.....	26
7.REFERÊNCIAS .....	28

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o quinto maior produtor mundial de coco, com produção aproximada de 2,8 milhões de toneladas em uma área de 257 mil hectares, onde 15% desta produção é estimada para o mercado do coco verde (SENHORAS, 2003; MARTINS E JESUS Jr, 2014). A indústria de processamento de coco verde ou maduro, gera uma quantidade significativa de resíduos. No caso do coco maduro, as cascas são, geralmente, queimadas na própria área de produção, utilizadas como combustível de caldeiras ou ainda processadas para beneficiamento de fibras.

A produção nacional teve um expressivo crescimento dos plantios nos últimos anos, contudo, ao contrário das cascas de coco seco, grande parte do coco verde ainda é descartado como resíduo. O processo de coleta da casca ocorre nos próprios locais de venda de água de coco, descartando-se aquelas de coloração marrom, por apresentarem dificuldade no processamento gerando sérios problemas ambientais (VALE; SOARES; CASAGRANDE, 2007; CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002).

A lenta degradação da casca do coco devido a sua composição fibrosa leva de 8 a 12 anos para se decompor no meio ambiente. O desenvolvimento de alternativas de aproveitamento da casca de coco possibilita reduzir a quantidade de resíduos sólidos nos aterros sanitários, além de proporcionar uma nova opção de rendimento com aproveitamento na agricultura viabilizando o seu uso como adubos orgânicos ajudando na fertilidade do solo com descarte adequado (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002; GITEL, 2018; VALE; SOARES; CASAGRANDE, 2007).

Nesse sentido, a reciclagem de resíduos orgânicos por meio da compostagem, constitui em uma alternativa importante para viabilizar a utilização agrícola tanto das cascas de coco verde (CCV) quanto das cascas de coco seco (CCS). A técnica da compostagem é reconhecida como uma alternativa ambientalmente sustentável para o manejo e reciclagem de resíduos orgânicos sólidos, objetivando a obtenção de produtos orgânicos de qualidade, conhecidos como compostos, usados como fertilizantes orgânicos (PAGANS et al. 2006).

Todavia, um dos desafios para o uso das cascas de coco para a obtenção de compostos orgânicos é a sua lenta degradação, a qual poderia ser acelerada

pelo uso de agentes alcalinos. A hidrólise alcalina proporcionada por materiais como a cal virgem, a cal hidratada ou hidróxido de sódio, 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). Por outro lado, de forma a se evitar possíveis perdas de N proporcionadas pela elevação do pH resultante do uso de agentes alcalinos, a alternativa seria o seu emprego como pré-tratamento das cascas de coco, anterior à incorporação dos dejetos de origem animal.

Por sua vez, a possibilidade da integração da ovinocultura e suinocultura em áreas de produção de coco viabiliza o processamento do composto na propriedade agrícola, por disponibilizar uma importante fonte de nitrogênio (N) para compostagem. Ademais, constituiria uma solução tecnológica para o uso dos resíduos com impactos positivos sobre o ambiente. Rangel, Muniz e Souza (2017) consideram que as áreas dos coqueirais nordestinos são ainda subaproveitadas com um baixo uso da terra e podem se tornar bem mais lucrativas pela integração com lavoura e pecuária.

## 2. OBJETIVO

- Avaliar a aceleração da compostagem da casca do coco verde com dejetos de suínos e da casca de coco seco como cama de ovinos, adicionados ou não de sulfato de amônio e hidrólise alcalina prévia, utilizando para isso, o fracionamento dos constituintes da fibra (celulose, hemicelulose e lignina).

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Casca de coco

A casca do coco gera volumes significativos e o descarte irregular acarreta problemas de saúde pública como a proliferação de doenças, além de causar danos significativos ao meio ambiente por ser um material de difícil degradação (Palma, 2014).

A composição da fibra de coco é basicamente constituída por celulose, hemicelulose e lignina além de pectina, e outras substâncias em menor proporção, esse material apresenta baixa taxa de degradação, ou seja, a sua completa decomposição pode levar muitos anos (Silva *et al.*, 2006).

A celulose é o principal constituinte estruturante da parede celular dos vegetais e varia entre 20% a 40% da matéria seca (VAN SOEST, 1994), sendo um polissacarídeo linear de alto peso molecular formado principalmente de glicose, responsável pela estabilidade e resistência das fibras. A hemicelulose é uma combinação uniforme de polissacarídeos amorfos formado por grau de polimerização de vários açúcares (glicose, xilose, galactose, arabinose e manose) muito abaixo ao da celulose (VAN SOEST, 1994), atua como ligante entre a celulose e a lignina (PASSOS, 2005). Por sua vez, a lignina é ligada tanto à celulose quanto a hemicelulose, sendo outro componente da parede celular. Sua concentração nas fibras influencia a estrutura, a morfologia, a flexibilidade e a taxa de hidrólise (RIBEIRO, 2010). A lignina é a estrutura química que interfere na degradação microbiana dos polissacarídeos da fração fibrosa devido a sua física, forma uma barreira impedindo o acesso dos microrganismos aos polissacarídeos (MONZANI, 2013).

As fibras das cascas de coco possuem uma quantidade menor de celulose, contudo, o percentual de lignina é grande, cerca de duas a quatro vezes maiores que os valores existentes nas fibras de outras espécies. A quantidade de lignina nas fibras varia em função da idade do fruto, girando entre 20% nas de coco jovem e de aproximadamente 35% no fruto maduro (PASSOS, 2005). Quando comparada com outras fibras, a da casca de coco se mostra mais curta, pouco flexível e dura. Essas características são associadas principalmente à presença de lignina (FIGUEIREDO, 2011).

Estudos desenvolvidos por Orrico et al. (2012) sugerem que o fracionamento da parte fibrosa em celulose, hemicelulose e lignina seria uma maneira segura de monitorar a degradação de um determinado material de origem vegetal durante o processamento de compostos orgânicos. Esses autores observaram que leiras de compostagem formadas por camas de aviário com maiores teores de lignina apresentaram menores reduções de volume e de sólidos totais, sendo necessários um maior tempo para maturação do composto. Mais além, Orrico Júnior et al. (2017) observaram que a relação hemicelulose/lignina é a principal responsável pela regulação da degradação do material a ser compostado.

### **3.1 Compostagem**

A compostagem é um processo de decomposição biológica dos resíduos orgânicos de origem animal ou vegetal, realizados em condições aeróbicas da ação de um diversificado grupo de organismo. Nas pequenas e grandes propriedades rurais ela pode ter uma grande importância econômica, com os resíduos como palhas, esterco animais, folhas de árvores e restos de culturas e outros resíduos orgânicos sendo utilizados e transformando-se em fertilizantes ou húmus (OLIVEIRA et al., 2005). O grupo de organismo e o equilíbrio biológico dos materiais orgânicos dependerá da faixa de temperatura podendo incluir bactérias termofílicas aeróbias, aeróbios mesofílicos e actinomicetes, o aumento da faixa de temperatura está relacionado a intensa atividade microbiana (SOARES et al., 2017; BRASIL, 2017a). Dessa forma, através da compostagem e a atividade microbiana é possível acelerar a decomposição dos materiais orgânicos de difícil degradação.

Os microrganismos provenientes do solo e dos restos vegetais e animais, presentes durante a compostagem, liberam substâncias e compostos com propriedades que melhoram o rendimento das culturas agrícolas, pelo fornecimento de nutrientes às plantas e, ao mesmo tempo, promovem a melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo. O processo de recuperação e aproveitamento de compostos é muito importante para o ser humano, para a criação de formas sustentáveis de reaproveitamento de substâncias sem agredir o meio ambiente com a extração de matéria-prima e descarte inadequado dos produtos pós-consumo (Gomez 1998).

### **3.2 Hidrólise Alcalina**

O pré-tratamento com agentes alcalinos surge como uma estratégia potencial para a degradação das fibras da casca de coco, os quais solubilizam parcialmente a hemicelulose, expandem a celulose, causam a ruptura das ligações de hidrogênio, facilitando o ataque dos microrganismos à parede celular (JACKSON, 1977). O uso de soluções alcalinas favorece a remoção da fração da lignina, componente responsável pela rigidez da parede vegetal, apresentando um aspecto recalcitrante que dificulta a ação das enzimas durante o processo de hidrólise, os tratamentos em meios alcalino causam menor degradação dos carboidratos e não geram produtos secundários, nocivos às leveduras (RABELO ET AL., 2008).

O tratamento com líquidos alcalinos é adequado para biomassa lignocelulósica com alto teor de lignina. Em comparação com outros métodos de pré-tratamento, o alcalino solubiliza parcial ou totalmente a lignina encontrada na biomassa, dependendo das condições do processo (MODENBACH; NOKE, 2014).

Segundo Sun & Cheng (2002), é necessário a aplicação de um pré-tratamento antes do processo de hidrólise, devido ao fato deste apresentar as seguintes vantagens: aumentar a formação de açúcares ou habilidade para, subsequentemente, formar açúcar a partir da hidrólise enzimática, evitar degradação ou perda de carboidrato, evitar a formação de produtos inibidores dos processos subsequentes como hidrólise e fermentação.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Obtenção dos materiais de estudo

No presente estudo, foram utilizadas amostras obtidas a partir de três experimentos desenvolvidos pela Embrapa Tabuleiros Costeiros no âmbito do projeto “Desenvolvimento de tecnologias para o aproveitamento da casca de coco seco e verde na geração de insumos para a agricultura sustentável”:

**Experimento I.** *“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 cal hidratada na proporção de 2 % da massa seca da CCS, definida após experimento de incubação em laboratório. Cinco dias após o pré-tratamento, 50 animais foram colocados para pernoitar sobre a cama de CCS tratada (hidrolisada) e cinquenta animais em cama de CCS não tratada (natural). Após 64 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 1, 18, 53, 116 e 172 dias após a montagem das leiras (equivalentes a 64, 81, 116, 179 e 235 dias após o pré-tratamento com a cal hidratada).

**Experimento II.** *“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 cal hidratada na proporção de 1,5% da massa seca da CCV, definida após experimento de incubação em laboratório. Cinco dias após o

pré-tratamento, estabeleceram-se leiras com as seguintes composições: L1 = CCV hidrolisada + esterco suíno (ES); L2 = CCV não hidrolisada + ES; L3 = CCV hidrolisada + sulfato de amônio (SA); L4 = CCV não hidrolisada + SA, além das leiras testemunhas constituídas pela CCV hidrolisada (L5) e CCV não hidrolisada (L6). Amostras das leiras foram coletadas aos 9, 26, 54, 89, 124 e 222 dias após a montagem das leiras (equivalentes a 14, 31, 59, 94, 129 e 227 dias após o pré-tratamento com a cal hidratada).

**Experimento III.** *“Eficiência e viabilidade da hidrólise alcalina em acelerar a degradação da casca de coco verde aplicada como cobertura de solo”.* O experimento foi conduzido em Argissolo, em área de renovação de cultivo comercial de cana, na Fazenda Carro Quebrado, pertencente à Triunfo Agroindustrial Ltda, em Boca da Mata, AL. No período de estudo (março a setembro/2018) foram registrados 1223 mm de chuva, dos quais, 443 mm, só no mês de abril. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela com tamanho aproximado de 175 m<sup>2</sup> foi coberta com 3,5 t de CCV triturada (massa fresca), resultante da extração da água pela Sococo S/A Indústrias Alimentícias, correspondente à taxa de 200 Mg ha<sup>-1</sup> com 83% de umidade. As parcelas receberam uma aplicação de soluções aquosas com doses crescentes de cal hidratada (340, 680, 1020, 1360 kg ha<sup>-1</sup>), equivalentes à proporção de 0, 1, 2, 3 e 4% da massa seca de CCV tratada (respectivamente, tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4). A aplicação foi realizada em área total, com uma barra pulverizadora acoplada em trator, com 10 bicos AI11003 por barra (bicos de indução a ar, na vazão de 2,5 L/min/bico). As amostras das coberturas de solo com CCV foram coletadas aos 1, 29, 68, 106 e 158 dias após a aplicação da cal hidratada.

#### **4.2 processamentos analítico e estatístico das amostras coletadas**

Após as coletas, as amostras foram secas a 60°C, trituradas em moinho tipo Willey, passadas por peneira de 0,5 mm. A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), bem como o teor de lignina foram determinados conforme proposto por Van Soest e Wine (1968). O teor de hemicelulose foi calculado como a diferença entre os teores de FDN e FDA e o teor de celulose, subtraindo-se o teor de lignina do teor de FDA.

Para comparação dos tratamentos, os dados obtidos na primeira e última coletas em cada experimento, foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas por meio do teste de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. O mesmo foi feito para a comparação dos valores iniciais e finais de cada fração da fibra e da relação hemicelulose/lignina em cada tratamento. O efeito do tempo de compostagem/cobertura de solo sobre as frações fibrosas dos compostos e resíduos ao longo dos períodos de estudo, foi avaliado por meio de análise de regressão, tendo-se utilizado o programa SISVAR 5.8 (Ferreira, 2011). As figuras foram construídas com os valores médios das variáveis, tendo-se utilizado o Software Excel, da Microsoft.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Características químicas dos materiais coletados no início e no final dos períodos de estudos**

O fracionamento da fibra de compostos orgânicos formulados com cascas de coco seco hidrolisadas ou não, utilizadas como cama de ovinos ou adicionadas de sulfato de amônio (**Experimento I**), são apresentados na Tabela 1.

Comparando os tratamentos, os teores iniciais de hemicelulose foram semelhantes entre si, tendo-se observado o mesmo em relação aos seus teores finais. No entanto, durante a compostagem, o tratamento P2 (leira montada com a cama de ovinos de CCS não hidrolisada) foi o único que apresentou redução significativa nos teores de hemicelulose (23,89 %).

Quanto à celulose, os teores iniciais na CCS hidrolisada (P5) e CCS natural (P6) estiveram em torno de 35%, sendo significativamente maiores que os das leiras P1 e P2, cuja CCS foi utilizada como cama de ovinos previamente ao seu enleiramento. Também em relação às leiras P3 e P4 (CCS hidrolisada ou não, adicionadas de sulfato de amônio), a concentração da celulose nas testemunhas P5 e P6, foi maior. Tais diferenças entre tratamentos se mantiveram até o final do período de estudo (172 dias). Dentro de cada tratamento, no entanto, não foram observadas variações estatísticas dos teores de celulose durante a compostagem.

O teor inicial de lignina nas testemunhas P5 e P6 (38,3 % em média), não diferiu dos teores encontrados em P3 e P4 (CCS adicionados de sulfato de amônio). Por sua

vez, os teores iniciais de lignina em P1 e P2 (29,7 %, em média), foram estatisticamente menores. Dentro de cada tratamento, reduções significativas nos teores de lignina ao longo da compostagem só foram observadas nas leiras P2 e, principalmente, em P1. Ao final de todo o período de estudo, a redução dos teores de lignina no tratamento P1 em relação a P6 foi de quase 52%, sugerindo que a associação dos pré-tratamentos cama de ovinos e hidrólise alcalina se mostrou mais eficiente em reduzir os teores desse constituinte da fibra que os demais tratamentos.

Dentre todos os tratamentos, o aumento da relação hemicelulose/lignina durante o período de estudo, só foi observado na leira P1, indicando que, neste tratamento, a degradação da lignina é proporcionalmente mais rápida que a da hemicelulose. Uma vez que a lignina é a fração fibrosa mais recalcitrante, sua degradação preferencial conferirá maior eficiência ao processo de compostagem (Orrico Júnior et al., 2017).

**Tabela 1.** Componentes da fibra de cascas de coco seco (CCS) e cascas de coco verde (CCV) hidrolisadas ou não com cal hidratada, submetidas a compostagem (Experimentos I e II) ou cobertura de solo (Experimento III), no início e no final dos respectivos períodos de estudo. Respectivamente, Barra de Santo Antônio, AL (2019), Viçosa, AL (2019) e Boca da Mata, AL (2018).

Experimento I: 172 dias de compostagem da casca de coco seco (235 dias da aplicação da cal)								CV(%)
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	
Hemicelulose (%)	Inicial	12,04 A a	14,33 A a	12,45 A a	11,93 A a	10,80 A a	9,99 A a	14,73
	Final	11,43 A a	11,31 B a	11,69 A a	11,62 A a	8,73 A a	10,67 A a	29,34
	CV(%)	6,73	12,68	15,99	32,63	20,71	30,27	
Celulose (%)	Inicial	29,78 A c	25,77 A c	28,15 A c	31,30 A b	35,16 B a	34,39 A a	7,14
	Final	26,89 A b	25,85 A b	28,25 A b	28,92 A b	39,79 A a	35,21 A a	9,77
	CV(%)	6,08	11,05	13,42	9,24	4,33	6,81	
Lignina (%)	Inicial	29,23 A b	30,22 A b	36,24 A a	34,32 B a	39,28 B a	37,45 B a	4,07
	Final	22,26 B e	26,26 B d	36,75 A c	40,99 A b	44,25 A a	46,25 A a	5,66
	CV(%)	5,78	3,44	5,87	4,07	3,27	5,49	
Relação Hemicelulose/Lignina	Inicial	0,43 A a	0,48 A a	0,34 A b	0,35 A b	0,28 A b	0,27 A b	15,04
	Final	0,52 B a	0,43 A a	0,32 A b	0,29 A b	0,20 A b	0,23 A b	26,83
	CV(%)	11,17	12,97	18,80	32,91	21,26	30,73	
Experimento II: 222 dias de compostagem da casca de coco verde (227 dias da aplicação da cal)								CV(%)
		L1	L2	L3	L4	L5	L6	
Hemicelulose (%)	Inicial	24,55 A a	24,99 A a	19,06 A c	19,24 A c	20,77 A c	22,49 A b	6,45
	Final	16,79 B a	16,22 B a	14,63 B a	15,43 B a	14,84 B a	15,94 B a	7,65
	CV(%)	8,61	1,47	7,94	12,00	4,92	1,69	
Celulose (%)	Inicial	24,76 A c	28,82 A b	30,25 A a	28,42 B b	32,24 A a	32,27 A a	6,91
	Final	20,01 B d	24,57 A c	30,71 A b	33,65 A a	29,31 B b	31,53 A b	5,81
	CV(%)	7,74	10,38	5,64	5,57	5,26	3,54	
Lignina (%)	Inicial	20,27 B c	26,17 A b	28,76 B a	28,44 B a	29,52 B a	27,22 B b	4,34
	Final	28,29 A c	27,01 A c	33,55 A b	33,15 A b	39,28 A a	38,00 A a	3,00

	CV(%)	3,90	4,79	3,55	3,99	2,79	2,81	
Relação Hemicelulose/Lignina	Inicial	1,22 A a	0,96 A b	0,66 A d	0,68 A d	0,70 A d	0,83 A c	8,68
	Final	0,59 B a	0,60 B a	0,44 B b	0,47 B b	0,38 B b	0,42 B b	9,21
	CV(%)	7,77	3,99	5,66	6,70	6,54	4,49	
<b>Experimento III: casca de coco verde como cobertura de solo (158 dias da aplicação da cal)</b>								CV(%)
		T0	T1	T2	T3	T4		
Hemicelulose (%)	Inicial	18,51 A	19,37 A	17,27 A	16,03 A	15,94 A		8,43
	Final	18,27 A	16,64 B	17,60 A	16,71 A	16,25 A		7,34
	CV(%)	8,96	3,52	7,45	12,37	7,36		
Celulose (%)	Inicial	41,91 A	41,65 B	43,00 A	43,71 A	41,38 A		5,73
	Final	45,64 A	45,77 A	43,61 A	44,94 A	45,81 A		8,16
	CV(%)	6,74	4,13	8,69	5,51	5,55		
Lignina (%)	Inicial	25,67 A	24,05 A	23,82 A	22,40 A	24,31 A		5,01
	Final	25,29 A	23,89 A	24,73 A	23,42 A	22,82 A		10,92
	CV(%)	2,92	6,52	13,34	5,86	11,56		
Relação Hemicelulose/Lignina	Inicial	0,72 A	0,81 A	0,73 A	0,72 A	0,66 A		7,31
	Final	0,72 A	0,70 A	0,72 A	0,71 A	0,72 A		15,69
	CV(%)	7,98	9,44	11,93	17,68	8,44		

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas comparando valores iniciais e finais em uma mesma variável na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. **Experimento I:** P1=Cama de ovinos com CCS hidrolisada; P2 = Cama de ovinos com CCS não hidrolisada; P3 = CCS hidrolisada + sulfato de amônio (SA); P4 = CCS não hidrolisada + SA; P5 = CCS hidrolisada e P6 = CCS não hidrolisada. **Experimento II:** L1 = CCV hidrolisada + esterco suíno (ES); L2 = CCV não hidrolisada + ES (L2); L3 = CCV hidrolisada + SA; L4 = CCV não hidrolisada + SA; L5 = CCV hidrolisada; L6 = CCV não hidrolisada. **Experimento III:** doses de cal hidratada equivalentes à proporção de 0, 1, 2, 3 e 4% da massa seca de CCV tratada (respectivamente, T0, T1, T2, T3 e T4). **Fonte:** Dados da pesquisa (2022).

Os resultados do fracionamento da fibra de compostos orgânicos formulados com cascas de coco verde (hidrolisadas ou não com cal hidratada) e esterco suíno ou sulfato de amônio (**Experimento II**), também são apresentados na Tabela 1.

Em relação ao fracionamento da fibra da CCS natural (P6), o da CCV natural (L6) apresentou maiores teores de hemicelulose, teores de celulose semelhantes e menores teores de lignina.

Nas leiras dos tratamentos L1 e L2, os teores de hemicelulose foram mais elevados que nas demais, ressaltando a contribuição do esterco suíno. De forma distinta ao observado no Experimento I, ao longo do período de estudo (222 dias), todos tratamentos apresentaram redução dos teores de hemicelulose e aumentos significativos dos teores de lignina. Tais comportamentos se refletiram na redução indistinta das relações hemicelulose/lignina calculados, ressaltando que, na CCV a fração que mais rapidamente é degradada, é a hemicelulose.

Quando comparados aos demais tratamentos, os teores de celulose em L1 (CCV hidrolisada + esterco suíno) foram menores, tanto nas amostras coletadas no início quanto no final da compostagem, sugerindo que a cal juntamente com o esterco

suíno também pode ter estimulado a degradação dessa fração fibrosa pelos microrganismos decompositores.

Os resultados obtidos a partir do fracionamento da fibra da CCV utilizada como cobertura morta e tratada com doses crescentes de cal hidratada (Tabela 1, **Experimento III**), parecem mais discretos que os obtidos nas leiras de composto.

Os teores iniciais de hemicelulose dos tratamentos diminuíram em função do aumento da dose de cal aplicada ( $T0 \approx T1 < T2 \approx T3 \approx T4$ ), no entanto, os teores finais não diferem entre si. Apenas em T1 (aplicação de 1% da cal hidratada em relação à massa seca da CCV tratada) observou-se a redução significativa dos teores de hemicelulose durante o período de estudo (158 dias desde a aplicação da cal). As demais frações não parecem ter sofrido influência do aumento das doses de cal hidratada consideradas no presente estudo.

A menor eficiência da aplicação da cal sobre a CCV usada como cobertura de solo parece refletir algumas dificuldades intrínsecas à técnica em si: 1. mesmo sendo aplicada mecanicamente, o contato da cal com a CCV parece ser superficial, não atingindo toda a espessura da camada proporcionada pela cobertura; 2. Eventos de chuva podem ter minimizado o efeito hidrolítico da cal, principalmente, com o volume observado no presente estudo (1223 mm).

#### **- Evolução temporal de características químicas dos materiais das leiras**

No Experimento I (compostagem de cascas de coco seco hidrolisadas ou não, utilizadas como cama de ovinos ou adicionadas de sulfato de amônio), exceto nos tratamentos P3 e P4, os quais receberam sulfato de amônio, a evolução temporal dos teores de FDN (Figura 1A) e FDA (Figura 1B), apresentou ajuste linear. Destes, porém, apenas P1 e P2 apresentaram ajustes decrescentes, mostrando a maior eficiência do uso prévio da CCS, hidrolisada ou não, como cama de ovinos (pisoteio e dejetos), na degradação de frações da fibra constituintes da FDN e FDA. A FDN está mais relacionada carboidratos estruturais como celulose, hemicelulose (presentes na parede das células vegetais), sílica e lignina (responsáveis pela rigidez da estrutura da planta) enquanto a FDA se refere a celulose, lignina, sílica e proteína (Alves et al., 2016). A redução do teor de FDN na fase de enleiramento nas leiras P1 e P2, foi, respectivamente, em torno de 15% e 10%. Nesse mesmo período, redução da FDA, foi de 17 e 7%, respectivamente, nas leiras P1 e P2. Ao final dos 172 dias de

compostagem, em relação à CCS original (P6), P1 havia perdido 34% de FDN e 41% de FDA, e P2, 31% de FDN e 38% de FDA.

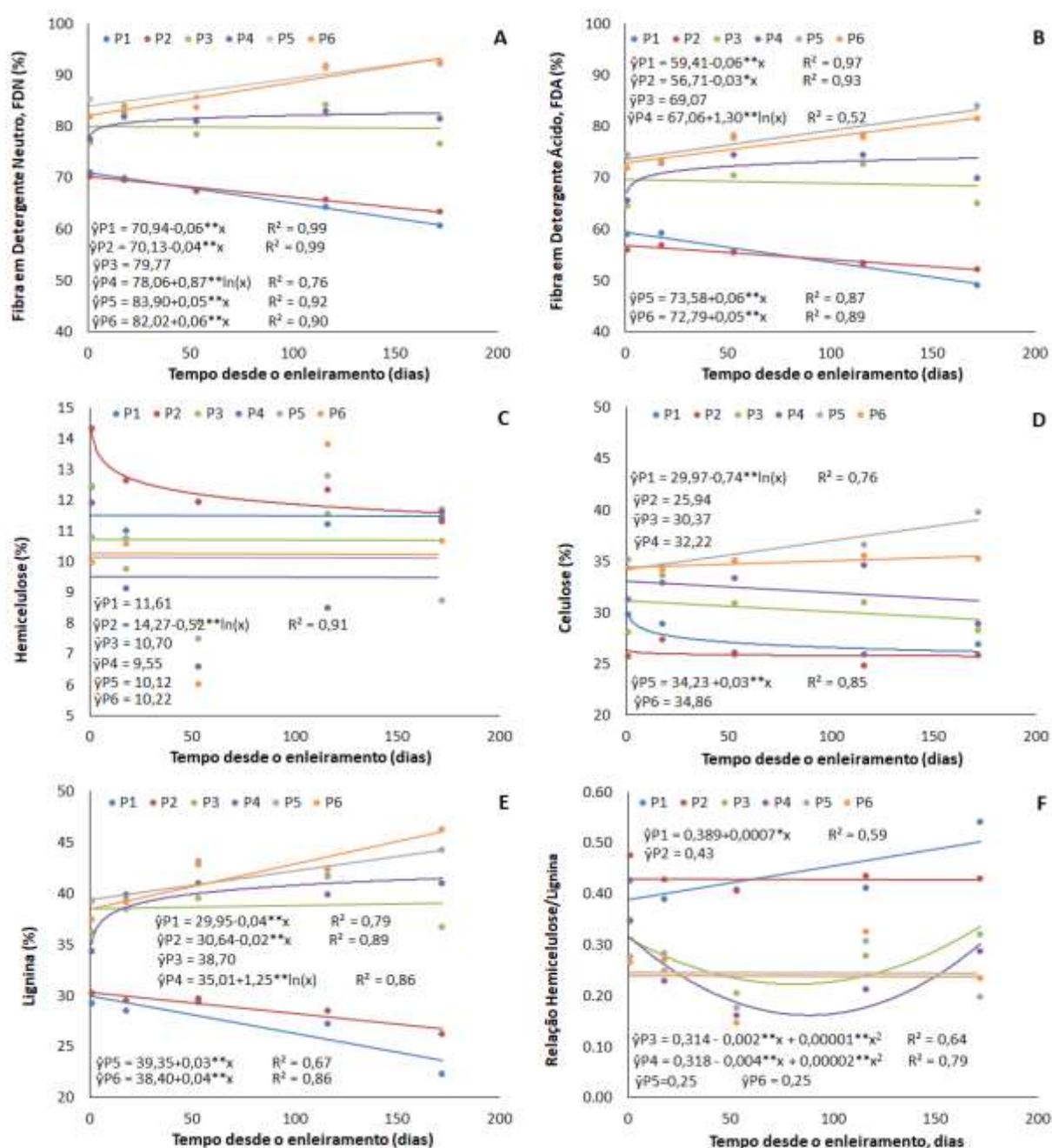
Na leira P2, os teores de hemicelulose foram reduzidos mais intensa nos primeiros cinquenta dias do período de compostagem. Nos demais tratamentos, não se observou efeito sobre a hemicelulose.

Os teores de celulose só apresentaram ajuste decrescente na leira P1 (CCS hidrolisada/cama de ovinos), com ajuste logarítmico revelando a maior intensidade de degradação até a terceira coleta (53 dias desde o a montagem das leiras).

Quanto a evolução temporal dos teores de lignina, apenas nas leiras P1 e P2 os dados se ajustaram a modelos lineares decrescentes, sugerindo:

- (I) a continuidade da redução dessa componente da fibra para além dos 172 dias de compostagem considerados e,
- (II) a maior eficiência da fase de cama de ovinos em favorecer a degradação desta fração fibrosa, principalmente em P1, onde CCS foi previamente hidrolisada com cal hidratada. A significativa evolução temporal linear crescente da relação hemicelulose/lignina obtida na leira P1, corrobora o melhor desempenho da estratégia de degradação da CCS utilizada na leira P1, em relação às demais estratégias testadas no presente estudo.

**Figura 1.** Teores de Fibra em Detergente Neutro (FDA)(1A), Fibra em Detergente Ácido (FDA)(1B), hemicelulose (1C), celulose (1D), lignina (1E) e relação hemicelulose/lignina (1F) em compostos orgânicos formulados com cascas de coco seco (CCS) hidrolisadas ou não com cal hidratada, utilizadas como cama de ovinos ou adicionadas de sulfato de amônio, em função de 172 dias de compostagem. Barra de Santo Antônio, AL, 2019. **Legenda** = 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; \*, \*\* = significativos pelo teste F, respectivamente, a 5 e 1%.



Fonte: Silva (2022)

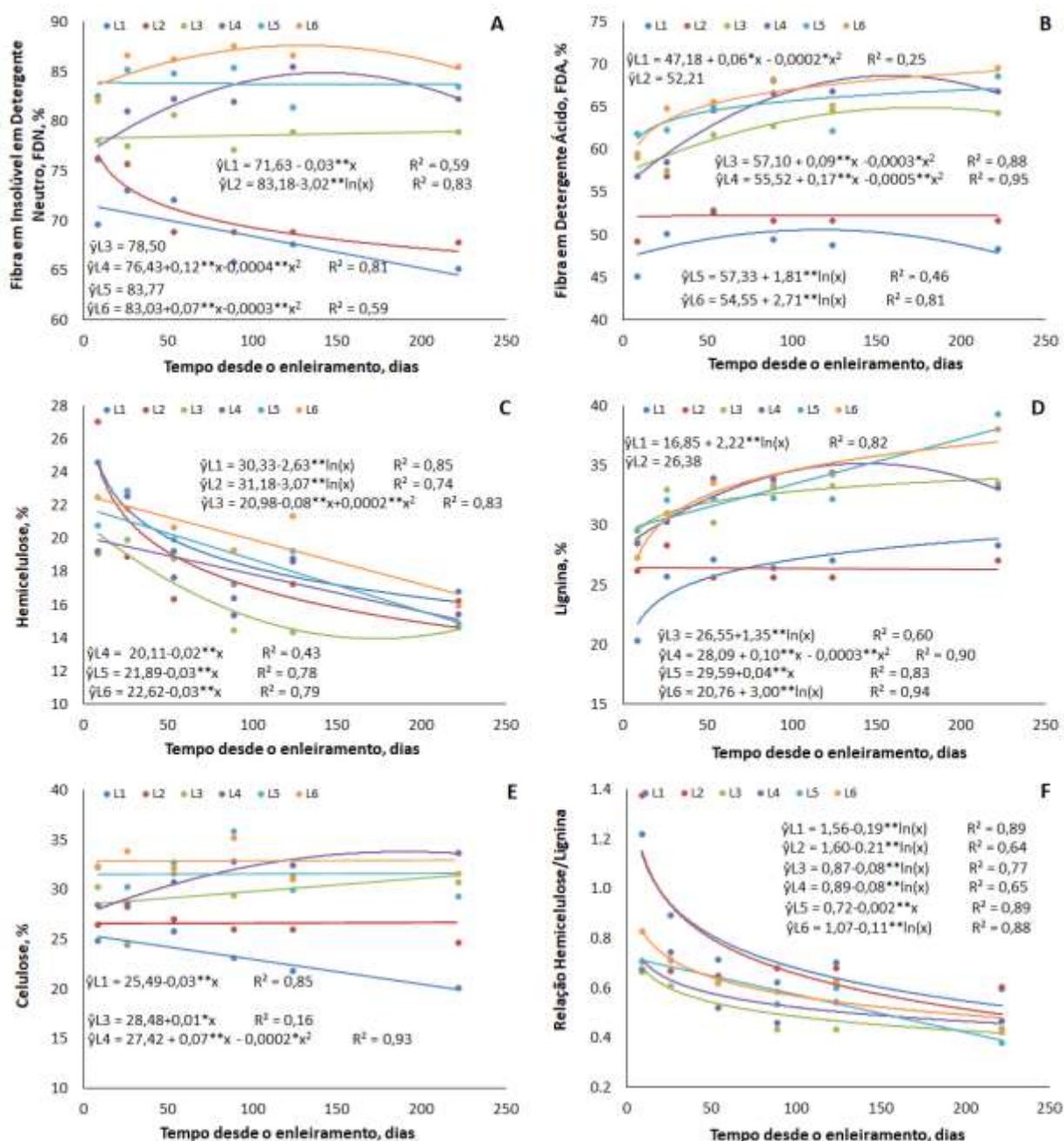
No Experimento II (compostagem de cascas de coco verde hidrolisadas ou não, com esterco suíno ou adicionadas de sulfato de amônio), o efeito das estratégias de degradação da CCV utilizadas apresentou efeito e evolução temporal distintos das estratégias utilizadas para a degradação da CCS (Experimento I).

O comportamento temporal decrescente dos teores de FDN observados apenas em L1 e L2, mostram a influência do esterco suíno (nutrientes e microrganismos do trato intestinal dos animais) em degradar alguma das frações da fibra relacionadas à FDN. Os padrões de evolução da FDA, por sua vez, crescentes ou quadráticas, sugerem o menor efeito dos tratamentos empregados sobre o conjunto de frações que ela representa.

O padrão de evolução temporal decrescente dos teores de hemicelulose observados em todas as leiras, sugerem ser essa fração da fibra da CCV, a mais afetada pelos tratamentos empregados e pelo tempo, corroborando o que foi observado quanto à FDN e FDA. Essa observação também é apoiada pelo comportamento da relação hemicelulose/lignina, a qual se mostrou decrescente em todas as leiras, mostrando a degradação preferencial da hemicelulose.

Quanto ao comportamento da celulose, apenas na leira L1, os dados apresentaram padrão de evolução decrescente, significativo e bom ajuste ao modelo linear, sugerindo que a cal e o esterco suíno também podem acelerar a degradação dessa fração da fibra da CCV.

**Figura 2.** Teores de Fibra em Detergente Neutro (FDA)(2A), Fibra em Detergente Acido (FDA)(2B), hemicelulose (2C), celulose (2D), lignina (2E) e relação hemicelulose/lignina (2F) em compostos orgânicos formulados com cascas de coco verde (CCV) hidrolisadas ou não, utilizadas com dejetos de suínos ou adicionadas de sulfato de amônio, em função de 222 dias de compostagem (Viçosa, AL, 2019). **Legenda:** L1 = CCV hidrolisada + esterco suíno (ES); L2 = CCV não hidrolisada + ES (L2); L3 = CCV hidrolisada + SA; L4 = CCV não hidrolisada + SA; L5 = CCV hidrolisada; L6 = CCV não hidrolisada. \*, \*\* = significativos pelo teste F, respectivamente, a 5 e 1%.



Fonte: Silva (2022)

## 6.CONCLUSÕES

- As estratégias de degradação da CCV utilizadas (hidrólise alcalina proporcionada pela cal hidratada e esterco suíno ou sulfato de amônio) apresentaram efeito e evolução temporal distintos das estratégias utilizadas para a degradação da CCS (hidrólise alcalina proporcionada pela cal hidratada, uso prévio da CCS como cama de ovinos ou sulfato de amônio);
- O uso do esterco suíno associado à hidrólise alcalina promovida pela cal hidratada é uma estratégia adequada para acelerar a degradação e a compostagem da casca de coco verde, principalmente por seu efeito sobre os teores de hemicelulose e celulose.
- O uso da casca de coco seco hidrolisada pela cal hidratada como cama de ovinos, previamente a montagem das leiras, se mostrou uma estratégia adequada para acelerar a degradação e a compostagem da casca de coco seco, principalmente por seu efeito sobre os teores de lignina.
- A estratégia de aceleração da degradação da fibra da CCV com seu uso como cobertura morta e hidrólise alcalina (cal hidratada) mostrou efeitos mais discretos que os obtidos nas leiras de composto testados.
- O sulfato de amônio se mostrou ineficiente em acelerar a degradação e compostagem da casca de coco.
- A hidrólise alcalina promovida pela cal hidratada auxiliou a degradação da CCV e CCS nas leiras de compostagem, mas não se mostrou eficiente em degradar a CCV usada como cobertura de solo. O uso do esterco suíno associado à hidrólise alcalina promovida pela cal hidratada é uma estratégia adequada para acelerar a degradação e a compostagem da casca de coco verde, principalmente por seu efeito sobre os teores de hemicelulose e celulose. Enquanto o uso da casca de coco seco hidrolisada pela cal hidratada como cama de ovinos, previamente a montagem das leiras, se mostrou uma

estratégia adequada para acelerar a degradação e a compostagem da casca de coco seco, principalmente por seu efeito sobre os teores de lignina.

- A estratégia de aceleração da degradação da fibra da CCV com seu uso como cobertura morta e hidrólise alcalina (cal hidratada) mostrou efeitos mais discretos que os obtidos nas leiras de composto testados.
- O sulfato de amônio se mostrou ineficiente em acelerar a degradação e compostagem da casca de coco.

## 7.REFERÊNCIAS

- ALVES, A.R.; PASCOAL, L.A.F.; CAMBUÍ, G.B.; TRAJANO, J. da S.; SILVA, C.M. da; GOIS, G. C. Fibra para ruminantes: **Aspecto nutricional, metodológico e funcional**. Pubvet, v.10, n.07, p.513-579, 2016.
- 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.
- CARRIJO, Osmar Alves; LIZ, Ronaldo Setti de; MAKISHIMA, Nozomu. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 4, n. 20, p. 533- 535, dez. 2002.
- CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. 2002. **Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 20, 4, 533-535.
- CICHOSKI, E.; SANTOS, G.T.; SILVA, G.T.; CECATO, U.; SANTOS, W.B.R.; E.N.; GASPARINO, E. **Diferentes tipos de sacos para análise de digestibilidade in vitro de forrageiras**. *Archivos de Zootecnia*, Cordoba, v. 58, n. 224, p. 749-752, 2009.
- Costa, R.S.C DA; Nascente, A.S.; Ribeiro, G.D.; Ferreira, M.DAS.G.R. (2005). **Cultivo do Coqueiro em Rondônia**. Ed. Téc. NASCENTE, A.S. EMBRAPA Rondônia. Versão Eletrônica: ISSN 1807-1805. Porto Velho, Rondônia.
- EMBRAPA (2014). **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional**: Panorama 2014. Disponível em: < [www.ainfo.Cpatc.embrapa.br/](http://www.ainfo.Cpatc.embrapa.br/)>. Acessado em 05 de dez. 2022.
- FONTENELE, R. E. S. Cultura do Coco no Brasil: Caracterização do Mercado Atual e Perspectivas Futuras. In: CONGRESSO DA SOBER, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Instituições, eficiência, gestão e contratos no sistema agroindustrial**: anais. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005. p. 1-20
- FAGURY, Régia Vânia Guilliod. **Avaliação de fibras naturais para a fabricação de compósitos: açai, coco e juta**. 2005. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.
- FIGUEIREDO, Aneliése Lunguinho. **Pirólise termoquímica de pós da fibra de coco seco em um reator de cilindro rotativo para produção de bio-óleo**. 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Engenharia de Petróleo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

GOMEZ, A. **The evaluation of compost quality.** *Trends in analytical chemistry*, v. 17, p. 310-314, 1998.

GUEDES, R. C. **Estudo da influência de pré-tratamentos de dois resíduos lignocelulósicos ( Bagaço do pedúnculo de caju e casca de coco) utilizados como substrato na indução à síntese de enzimas celulolíticas.** 2010.87 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia química) -Centro de Tecnologia, Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/ RN.

JACKSON, M.G. Review article: **the alkali treatment of straws.** *Animal Feed Science and Technology*, v.2, n.2, p.105-130, 1977.

LIMA, L. C.; FIA, R.; RIBEIRO, A. G. C.; HASHIZUME, B. M.; SOARES, R. A. **Qualidade do composto gerado no tratamento de resíduo sólidos de restaurante e diferentes resíduos orgânicos.** *Revista Engenharia na Agricultura*, v 25, n. 5, p. 407-416, 2017.

MARTINS, C. R., JESUS JR, L. A. 2013. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014.** Embrapa Tabuleiros Costeiros, 51 p.(Documentos/Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1517-1329; 184).

MODENBACH, AA.; NOKE, S. E. Effects of sodium hydroxide pretreatment on structural components of biomass. *Trans ASABE*: 1187–1198. <https://doi.org/10.13031/trans.57.10046>. 2014.

MONZANI, E. E. **Padronização de método analítico de fibra em alimentos volumosos.** 2013. 75p.; Dissertação (Mestrado em Produção Animal), Universidade Camilo Castelo Branco (UNICASTELO), Descalvado, 2013.

OLIVEIRA, P. A. V.; NUNES, M. L. A.; ARRIADA, A. A. Compostagem e Utilização de Cama na Suinocultura. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2005, Campinas. **Anais.** Campinas: CBNA, 2005. p. 391-406

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A; SCHWINGEL, A. W. **Relação hemicelulose:lignina na estimativa das reduções de sólidos durante a compostagem da cama de ovinos.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAS, V. Anais, Foz do Iguaçu, 2017. Embrapa: Concórdia, p 358-361, 2017.

PAGANS, E.; BARRENA, R.; FONT, X. & SA´NCHEZ, A. **Ammonia emissions from the composting of different organic wastes: dependency on process temperature.** *Chemosphere*, v.62, p.1534-1542, 2006.

PALMA, Ana.; OLIVEIRA, Miguel.; **Fiocruz. Outros transmissores da dengue. 2014.** Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inoid=1411&sid=2>> Acesso em 07, dez, 2022.

PASSOS, Paulo Roberto de Assis. **Destinação sustentável de cascas de coco (Cocos nucifera) verde:** obtenção de telhas e chapas de partículas. 2005. 166 f. Tese (Doutorado) -Curso de Ciências em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

RABELO, F.H.S.; REZENDE A.V.; RABELO C.H.S. Consumo e desempenho de ovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio e cloreto de sódio. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v.65, n.4, p.1158-1164, 2013

RIBEIRO, J. A. B. **Hidrólise de resíduos lignocelulósicos utilizando extrato enzimático celulolítico produzido por Trichoderma reesei ATCC 2768.** 92 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Programa de pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN. 2010

ROCHA, A. M., SILVA, M. S., FERNANDES, F. M., SOARES, P. M., KONISHI, F. **Aproveitamento de fibra de coco para fins energéticos:** revisão e perspectivas. 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural – AGRENERGD2. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

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

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa: Editora Universitária, 2006. 166p.

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.

VALE, Aline Colares do; SOARES, Jorge Barbosa; CASAGRANDE, Michele Dal Toe. **Aplicabilidade de fibras de coco em misturas asfálticas tipo SMA.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS, 4., 2007.

VAN SOEST P.J. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. I. **Preparation of Fiber Residues of Low Nitrogen Content.** Journal of Association of Official Analytical Chemist. 1963.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. III **Study of effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages.** **Journal of Association Official Agriculture Chemistry**, Arlington, v.48, p.758-790, 1965.

VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. **Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate.** **Journal of Association of Agricultural Chemistry, Washington**, v.51, p.780-85, 1968.

WEI, C. J.; CHENG, C. Y .**Effect of hydrogen peroxide pretreatment on the structural features and the enzymatic hydrolysis of rice straw.** **Biotechnology and Bioengineering**, v. 27 , p. 1418-1426, 1985.