

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

JULYANE SILVA MENDES POLYCARPO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

RECIFE
2019.1

JULYANE SILVA MENDES POLYCARPO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

**CARACTERIZAÇÃO DA UVA BRS VITÓRIA VISANDO O
APROVEITAMENTO ENERGÉTICO**

Relatório apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco Pernambuco, como pré-requisito para obtenção de nota da disciplina Estágio Supervisionado Obrigatório, sob orientação da Professora Leocádia Terezinha Cordeiro Beltrame.

**RECIFE
2019.1**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

P782c Polycarpo, Julyane Silva Mendes
Caracterização da uva BRS vitória visando o aproveitamento energético / Julyane Silva Mendes Polycarpo. – 2019.
31 f. : il.

Orientadora: Leocádia Terezinha Cordeiro Beltrame.
Coorientador: Sérgio Peres Ramos da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Recife, BR-PE, 2019.
Inclui referências.

1. Biodigestores 2. Biogás 3. Resíduos orgânicos I. Beltrame, Leocádia Terezinha Cordeiro, orient. II. Silva, Sérgio Peres Ramos da, coorient. III. Título

CDD 630

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

CARACTERIZAÇÃO DA UVA BRS VITÓRIA VISANDO O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO

Julyane Silva Mendes Polycarpo

Profª Leocádia Terezinha Cordeiro Beltrame (Orientadora)

Profº Sérgio Peres Ramos da Silva (Supervisor)

AGRADECIMENTOS

A Deus porque sem Ele nada seria possível.

À minha mãe e ao meu pai por ter me apoiado, incentivado e nunca ter me abandonado. Por terem tido, principalmente, muita paciência comigo em todas as minhas fases de humor.

Ao meu irmão que, apesar de não ter me deixado estudar algumas vezes, sabe que isso é muito importante para mim.

À minha avó que sempre foi muito paciente, desejou meu bem, me ajudou financeiramente e sempre me abençoou antes de sair de casa.

Ao meu tio Paulo por ter sempre me incentivado e me ajudado financeiramente.

À minha prima Rafaela por ter me incentivado e auxiliado desde o primeiro dia de aula em uma universidade pública.

Ao meu namorado, Marcos Antonio, por ter sido uma inspiração para mim por ser trabalhador e dedicado, e mesmo assim ainda ter tempo para nós.

Ao meu amigo Adriano que, mesmo longe, sempre esteve comigo desde o primeiro dia de aula na universidade, cuidando de mim, me fazendo rir quando estava triste e sendo muito paciente quando eu estava estressada.

A todas as pessoas que estiveram presentes na minha vida acadêmica, em especial à professora Leocádia Beltrame, por ter incentivado e auxiliado na minha formação acadêmica e profissional.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Uva BRS Vitória	16
Figura 2 - Cromatógrafo	18
Figura 3 - Amostras secas em estufa	21
Figura 4 - TGA da casca da uva	22
Figura 5 - Biodigestores no primeiro dia de análise de gás	23
Figura 6 - Gráfico representando o volume nos biodigestores com a polpa da uva	25
Figura 7 - Gráfico representando o volume nos biodigestores com a casca da uva	25
Figura 8 - Concentração de CH ₄ nos biodigestores com casca de uva no dia 05 e 17 de junho	26
Figura 9 - Concentração de CO ₂ nos biodigestores com casca de uva no dia 05 e 17 de junho	26
Figura 10 - Concentração de CH ₄ e CO ₂ do inóculo	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de biogás.	15
Tabela 2 - Peso das placas de petri, amostras úmidas e amostras após serem submetidas à estufa	20
Tabela 3 - Peso das amostras secas em estufa (g) e teor de sólidos (%)	21
Tabela 4 - Resultados das análises das amostras da casca de uva através da balança termogravimétrica	23
Tabela 5 - Resultado das análises no dia 05 de junho de 2019	24
Tabela 6 - Resultado das análises no dia 17 de junho de 2019	24
Tabela 7 - Volume (mL) de gás dos biodigestores no dia 26 de junho de 2019	27

LISTA DE ABREVIATURAS

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

TGA – Curva termogravimétrica

UC – Uva-casca

UP – Uva-polpa

SUMÁRIO

RESUMO	09
1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1. Objetivo Geral	12
2.2. Objetivos Específicos	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1. Etapas da biodigestão	13
3.2. Biogás	14
3.3. Biofertilizante	15
4. METODOLOGIA	16
4.1. Área de Estudo	16
4.2. Caracterização da uva	16
4.3. Montagem dos biodigestores	17
4.4. Análise do biogás	18
5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	20
5.1. Resultados de umidade	20
5.2. Resultados da balança termogravimétrica	21
5.3. Resultados da produção de biogás	23
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

RESUMO

Resíduos orgânicos podem ser tratados através da compostagem e da biodigestão, sendo este último método mais interessante por possuir a capacidade de gerar energia. Um dos maiores geradores de resíduos orgânicos são empresas que trabalham com o beneficiamento de frutas, seja para consumo humano ou para uso industrial. Com isso, este trabalho tem como objetivo caracterizar a Uva BRS Vitória cultivada na Agropecuária Labrunier Ltda, localizada no município de Petrolina-PE, visando seu aproveitamento energético. A metodologia utilizada consistiu na determinação da umidade, sólidos totais, fixos e voláteis em estufa e em balança termogravimétrica. A análise do gás foi realizada através de um cromatógrafo. Foi observada diminuição significativa na produção de gás metano nos biodigestores em menos de 30 dias após sua vedação.

Palavras-chave: Biodigestores, biogás, resíduos orgânicos.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional causa demanda de alimentos, moradia, locomoção, entre outras necessidades. Junto a isto, cresce também a grande geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, sendo a destinação dos resíduos sólidos uma das maiores problemáticas ambientais da atualidade.

De acordo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), resíduo sólido é qualquer material ou substância gerado por atividades humanas que estejam nos estados sólido ou semissólido, assim como gases armazenados em recipientes e líquidos que, devido a sua composição, não são permitidos serem lançados na rede pública de esgotos ou em corpos d'água.

Diversos questionamentos acontecem relacionados à disposição dos resíduos sólidos em aterros sanitários. Mesmo sendo este o local mais apropriado para a destinação, o aterro sanitário possui um tempo de vida útil e demanda de áreas disponíveis e adequadas para tal. Diante disso, segundo a PNRS (BRASIL, 2010), é ideal que a gestão de resíduos sólidos considere primeiramente a não geração dos resíduos, seguida da redução, reutilização, reciclagem, tratamento, e por fim, a destinação final ambientalmente adequada. Ou seja, existem vários processos que devem ser realizados antes de destinar o resíduo para o aterro sanitário, fazendo assim com que se prolongue sua vida útil.

Resíduos sólidos são compostos por resíduos inorgânicos (papel, vidro, plástico, metal) e resíduos orgânicos. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2019), os resíduos orgânicos compõem cerca de 50% dos resíduos sólidos urbanos do Brasil. Quando acrescentados dos resíduos orgânicos provenientes de atividades agrossilvipastoris e industriais, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2019) indica que há anualmente uma geração de aproximadamente 800 milhões de toneladas de resíduos orgânicos.

Os resíduos orgânicos podem ser tratados através da compostagem, que é a degradação dos resíduos na presença de oxigênio, e posteriormente serem aproveitados como adubo ou fertilizante. Outra forma de aproveitamento é sua utilização em biodigestor, que consiste na degradação do resíduo orgânico em ausência de oxigênio. A biodigestão, além de gerar o biofertilizante, apresenta a

vantagem de gerar também biogás, que pode ser aproveitado como fonte de energia.

Segundo SILVA et al. (2015), em empreendimentos com grande oferta de resíduos orgânicos, investimentos no aproveitamento energético do biogás têm retorno em 3,7 anos, em média. O tempo de retorno do investimento é influenciado pelo preço da energia, pela quantidade de energia fornecida pelo gerador e pela quantidade de gás metano gerada pelo biodigestor.

A grande preocupação atual com o meio ambiente deu início a muitas pesquisas que estão sendo realizadas com o intuito de reaproveitar diferentes tipos de resíduos orgânicos em biodigestores. Devido à grande produção de uva no Vale do São Francisco, a relação entre a vinicultura e seus resíduos possui grande relevância. Neste tipo de indústria apenas uma pequena parte dos resíduos são reaproveitados, geralmente como adubo, e todo o resto segue para ser jogado no lixo industrial ou queimado (VITAL, 2009; SILVA, 2016).

Com isso, este trabalho visa caracterizar a uva BRS Vitória produzida no Vale do São Francisco a fim de verificar a possibilidade de aproveitamento energético na produção do biogás.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Caracterizar a uva BRS Vitória cultivada na Agropecuária Labrunier Ltda, localizada no município de Petrolina-PE, visando a reciclagem de seus resíduos orgânicos visando o aproveitamento energético.

2.2. Objetivos Específicos

- Descrever a importância do aproveitamento energético dos resíduos orgânicos;
- Caracterizar o resíduo da uva;
- Montar os biodigestores;
- Analisar o biogás.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Devido à necessidade de se obter novas formas de energia elétrica para atender a um mercado com demandas crescentes e também da grande preocupação com o desenvolvimento sustentável, vem sendo desenvolvido pelo homem diversos métodos e tecnologias que fornecem energia sem gerar impactos, conhecida também como “energia limpa” (XAVIER; SILVA, 2014 apud PEREIRA et al. 2018).

No contexto atual, segundo Andrade et al. (2016), outro principal fator para a crescente importância das fontes alternativas de energia foi o aumento do preço do petróleo. Devido a isso, grandes empresas têm se voltado para esse tipo de energia. Contudo, para os pequenos produtores rurais, a utilização de energias renováveis pode ser a melhor opção (ANDRADE et al., 2016) devido à falta de disponibilidade de energia convencional, apagões e o comprometimento de parte da baixa renda desses produtores.

Os resíduos orgânicos são uma das maneiras mais simples e práticas de se obter energia atualmente. Um dos processos de conversão energética da biomassa é a biodigestão anaeróbia, que consiste em um processo de fermentação realizado por microrganismos anaeróbios, que convertem compostos orgânicos complexos (carboidratos, proteínas e lipídios) em substâncias mais simples (CH_4 , CO_2 , entre outras). Este processo é composto por quatro etapas, denominadas de hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (XAVIER; LUCAS JÚNIOR, 2010; BALDACIN; PINTO, 2015).

3.1. Etapas da biodigestão

A hidrólise ocorre quando a matéria orgânica de moléculas mais complexas (polímeros) como carboidratos, proteínas e gorduras, é quebrada por enzimas em um processo bioquímico, sendo este processo realizado por um grupo específico de bactérias. Essa quebra dá origem a compostos orgânicos mais simples, como aminoácidos, ácidos graxos e açúcares (MACHADO, 2013; BALDACIN; PINTO, 2015).

Na fase da acidogênese, bactérias fermentativas acidogênicas metabolizam os compostos gerados na fase anterior gerando ácido propanoico, ácido butanoico, ácido láctico e álcoois, assim como hidrogênio e gás carbônico. A quantidade de hidrogênio influencia na formação de produtos nesta fase (MACHADO, 2013; BALDACIN; PINTO, 2015).

Na acetogênese, as bactérias acetogênicas oxidam os produtos gerados na acidogênese resultando em H_2 , CO_2 e acetato (BALDACIN; PINTO, 2015). De acordo com Machado (2013) essa é uma das fases mais sensíveis do processo, pois para que seja mantido o equilíbrio da quantidade de hidrogênio, é necessário que o que for gerado seja consumido pelas bactérias *Archeas* que atuam na metanogênese. Por fim, na metanogênese ocorre a formação do gás metano e dióxido de carbono.

Se o material contiver enxofre, pode ocorrer a fase conhecida como sulfetogênese, onde sulfatos, sulfitos e outros compostos sulfurados são reduzidos a sulfetos (CHERNICHARO, 2007; LUCENA, 2008 e SIQUEIRA, 2008 apud BALDACIN; PINTO, 2015).

3.2. Biogás

O biogás é constituído de vários gases, sendo que o CH_4 e o CO_2 estão em maior porcentagem. O CH_4 pode chegar a 70% e o CO_2 pode chegar a 30%. A qualidade do biogás depende da quantidade de metano em sua composição. Outros gases presentes no biogás são o gás hidrogênio, (0 a 1%), o nitrogênio (0 a 7%), o oxigênio (0 a 2%), o ácido sulfídrico (0 a 3%) e a amônia (0 a 1%) (POSSA, 2013).

Segundo Pereira et al. (2015), o biogás possui uma concentração entre 50 a 70% de CH_4 , 30 a 40% de CO_2 , 0 a 10% de N_2 , 0 a 5% de H_2 , 0 a 1 % de O_2 , 0 a 1 % de H_2S e 0,3 % de vapor d'água, aproximadamente.

De acordo com Andrade et al. (2016), o biogás pode ser utilizado para aquecimento em fogões, estufas, aquecedores de água, geladeiras e outros aparelhos. Atualmente, pode-se encontrar à venda motores de combustão interna com adaptação para biogás, onde estes vêm acoplados a bombas de água, geradores, forrageiras e etc.

Para gerar energia elétrica, realiza-se a queima do biogás em turbinas, microturbinas e em motores do ciclo Otto e diesel, que estejam adaptados, sendo considerada uma fonte energética limpa e apropriada ao uso em propriedades rurais (CALZA et al., 2015). O consumo do gás nos equipamentos pode variar devido à eficiência destes, ou de acordo com a origem do biogás. A tabela 1 apresenta o consumo do gás conforme a finalidade do uso.

Tabela 1: Consumo de biogás.

Uso/fonte	(PRAKASAN et al., 1987)	(ASTEF, 1981)
Cozimento	0,33 m ³ /pessoa.dia	0,30 m ³ /pessoa.dia
Iluminação (lâmpião)	0,105 – 0,13 m ³ /h	0,10 m ³ /h
Motor	0,45 m ³ /HP/h	0,45 m ³ /HP/h
Geladeira	2,20 m ³ /dia	3,0 m ³ /dia

Fonte: Andrade et al., 2016.

3.3. Biofertilizante

O biofertilizante é o produto líquido gerado por meio da metabolização da matéria orgânica. Apresenta como principal componente o nitrogênio, sendo este muito importante para fertilização. Também pode ser utilizado para aumentar a proteção das hortas da propriedade contra o ataque de pragas. (MACHADO, 2013; MARQUES et al., 2014).

Portanto, como afirma Pereira et al. (2015), o maior desafio da humanidade é atingir o desenvolvimento sustentável, fazendo o uso racional dos recursos naturais. Paralelo a isso, estão sendo intensificadas as pesquisas no campo das energias renováveis e com isso vem surgindo novas informações para melhor o aproveitamento dos recursos disponíveis na natureza.

4. METODOLOGIA

4.1. Área de estudo

O estágio obrigatório foi realizado no Laboratório de Biocombustíveis e Energia (POLICOM) da Universidade de Pernambuco - Escola Politécnica de Pernambuco (POLI), que fica localizada na Rua Benfica, 455 - Madalena, Recife - PE, 50720-001. O estágio ocorreu entre 1º de abril até o dia 11 de julho de 2019.

4.2. Caracterização da Uva

Para a realização do estudo, foi utilizado 1,5 Kg de uva, variedade BRS Vitória (Figura 1), produzida pela Agropecuária Labrunier Ltda, Petrolina – PE e distribuída pelo Walmart Brasil Ltda.

De acordo com informações contidas na embalagem, a uva foi embalada no dia 19 de março de 2019, tendo valor energético de 53 Kcal, 14 g de carboidratos, 0,7g de proteínas e 0,9 g de fibra alimentar.

Figura 1: Uva BRS Vitória.



Fonte: Ritschel, 2012.

As uvas foram trituradas em um liquidificador e em seguida passadas em peneira para a retirada da casca da uva. O material restante foi passado em uma peneira mais fina que a anterior, para a retirada da polpa, a fim de caracterizar

separadamente os resíduos. A parte mais líquida foi descartada. Determinou-se então a umidade, sólidos fixos, voláteis e cinzas da casca e da parte sólida da polpa.

A determinação da umidade foi realizada em triplicata. Foram analisadas a polpa (A1, A2, A3) e a casca (B1, B2, B3). As amostras foram colocadas em placas de Petri (previamente secas e taradas), pesadas e levadas à estufa a 105°C por 3h. Após esse período, as amostras foram pesadas, sendo a massa das placas de Petri subtraída da massa final. A diferença, medida em porcentagem, corresponde ao teor de umidade das amostras.

Para caracterizar o resíduo também foi utilizada a balança termogravimétrica da marca Shimadzu, modelo DTG-60. Porém, só é possível acrescentar na mesma material de consistência sólida e, devido a isso, nela foi realizada apenas a análise das cascas da uva. Com o gráfico obtido pela balança, pode-se determinar a porcentagem de carbonos voláteis, carbonos fixos e cinzas presentes na amostra.

4.3. Montagem dos biodigestores

As amostras de casca e polpa foram congeladas para manter suas propriedades. Para a utilização no biodigestor, as mostras foram descongeladas e pesadas para quantificar a porcentagem de água que seria adicionada para realizar uma diluição. Essa diluição é necessária para que ocorra uma diminuição da concentração dos sólidos totais. A concentração ficou em torno de 5,93%.

Como inóculo, utilizou-se o rúmen de boi. O rúmen foi coletado na Universidade Federal Rural de Pernambuco, no Departamento de Zootecnia um dia antes da alimentação dos biodigestores. É recomendado que o inóculo estivesse fresco ou no máximo com dois dias de coleta.

No laboratório, o rúmen foi diluído na proporção de 1:1 como indica Jorge e Omena (2012). A água utilizada para essa diluição deve ser previamente aquecida a 50°C para que ocorresse a remoção impurezas. Espera-se a água atingir em torno de 32°C para ser misturada ao rúmen.

Após esses procedimentos, foi realizada uma mistura com 50% de inóculo e 50% de substrato. A mistura foi levada ao liquidificador para homogeneização.

Em seguida, o pH foi medido para ajustá-lo a 7,0 antes que os biodigestores fossem lacrados. De acordo com Jorge e Omena (2012), o pH estando em torno de

6,0 e 8,0 é considerado um valor ideal, pois alterações do pH no biodigestor, após ser lacrado, podem afetar as bactérias envolvidas no processo de degradação das moléculas complexas em moléculas mais simples.

Para que o próprio biodigestor realizasse a regulação de pH depois de fechado, acrescentou-se 500 mg de carbonato de cálcio (CaCO_3), devido ao fato da mistura ter uma tendência a se tornar ácida com o passar dos dias. Realiza-se uma nova homogeneização no liquidificador para melhor distribuição do CaCO_3 em toda a mistura.

O mesmo procedimento foi usado para as cascas e polpa da uva. Por fim, 100 mL de cada mistura foram acrescentados dos biodigestores. Foram montados dois biodigestores contendo a mistura de polpa e rúmen e dois biodigestores com a mistura de casca e rúmen. Os recipientes foram lacrados no dia 30 de maio de 2019. Inseriram-se duas seringas em cada biodigestor para que fosse realizada a quantificação do biogás produzido.

4.4. Análise do biogás

Para a realização da análise do biogás produzido pelo biodigestor foi utilizado um cromatógrafo fabricado pela Thermo Fisher Scientific, modelo TRACE GC Ultra (Figura 2).

Figura 2: Cromatógrafo.



O cromatógrafo foi equipado com um detector de condutividade térmica (TCD), válvula pneumática de 6 vias acoplada a um injetor do tipo split/splitless (S/SSL). A coluna utilizada foi do tipo RQT Bond de 15m X 0,32mm X 1,5 μ m, com hidrogênio como gás de arraste a um fluxo de 1,8 mL/min. A temperatura do injetor foi de 200 °C, sendo as temperaturas do bloco e linha de transferência de 200 °C e a do forno isotérmica a 40 °C.

Através de uma seringa do tipo gastight, com volume máximo de 1 mL, foi coletado de cada biodigestor uma alíquota de 500 μ L e injetados de imediato no cromatógrafo. O cromatógrafo deve ser calibrado com uma mistura padrão contendo 60% mol/mol de metano e 40% mol/mol de dióxido de carbono fornecido pela Linde gases.

5. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A cultivar BRS Vitória é uma uva sem sementes lançada pela Embrapa em 2012, resultante do cruzamento entre 'CNPUV 681-29' e 'BRS Linda'. A cultivar apresenta ampla adaptação climática, alta fertilidade de gemas, contendo em média dois cachos por ramo, boa tolerância à rachadura de bagas, além de apresentar produtividade maior que 30 t/ha. A baga é esférica, de cor preto-azulada, com película grossa e resistente, polpa incolor, ligeiramente firme e de sabor aframboezado. Seus cachos são médios, em torno de 290 g, com boa conservação pós-colheita em câmara refrigerada (MAIA et al., 2012, 2014 apud LEÃO e LIMA, 2016).

De acordo com Roselino et al. (2019), nas últimas safras do Vale do São Francisco teve uma expansão da área de cultivo da BRS Vitória. Em 2018, houve aperfeiçoamento do manejo dessa variedade, obtendo-se assim uma melhor qualidade dos cachos e boa aceitação no mercado externo, principalmente para a União Europeia.

5.1. Resultados de umidade

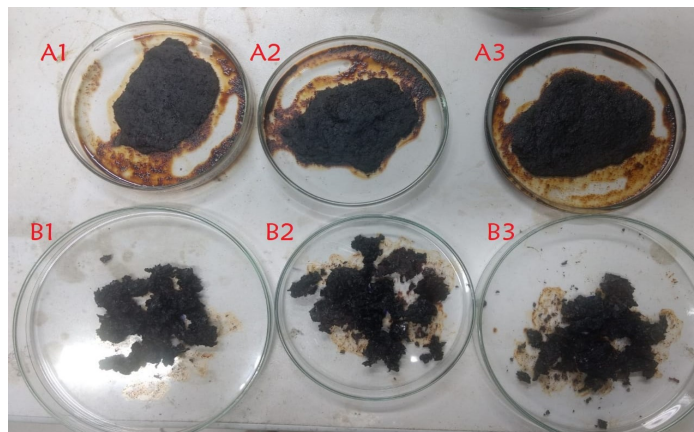
Os resultados das pesagens das amostras, antes de serem levadas à estufa e após a secagem, estão representados na tabela 2.

Tabela 2: Peso das placas de petri, amostras úmidas e amostras após serem submetidas à estufa.

Amostra	Peso placa de petri (g)	Peso amostras úmidas (g)	Peso amostras secas + placa de petri (g)
A1	44,2773	12,0992	46,0088
A2	43,1529	11,8074	44,9415
A3	39,1493	15,5674	41,3799
B1	71,9308	15,9648	75,4137
B2	40,4476	17,3442	43,9980
B3	65,9238	15,2799	69,0840

A figura 3 mostra as amostras após a secagem em estufa.

Figura 3: Amostras secas em estufa.



Depois de efetuados os cálculos se obteve o peso das amostras secas em estufa e o teor de sólidos. Para determinação do teor de umidade, realiza-se a média dos valores do teor de sólidos e subtraiu-se de 100%. Os valores estão apresentados abaixo (Tabela 3).

Tabela 3: Peso das amostras secas em estufa (g) e teor de sólidos (%).

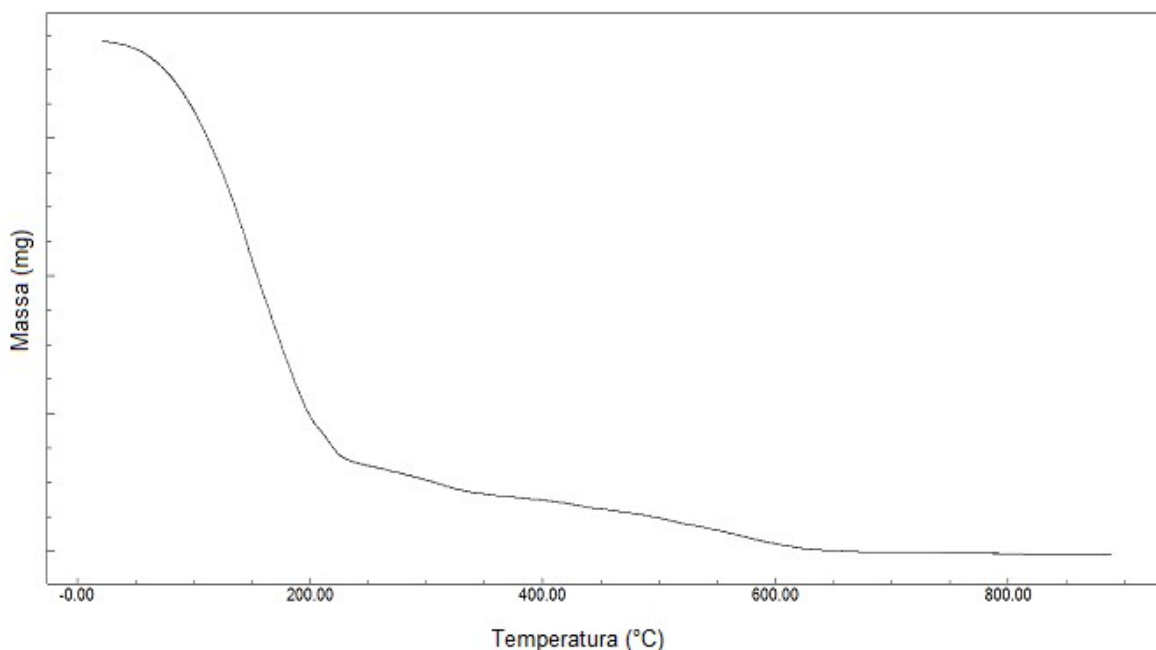
Amostras	Massa seca (g)	Teor de sólidos (%)	Teor de umidade (%)
A1	1,7315	14,31	85,69
A2	1,7886	15,15	84,85
A3	2,2306	14,33	85,67
B1	3,4829	21,82	78,18
B2	3,5504	20,47	79,53
B3	3,1602	20,68	79,32

Como já se esperava, o teor umidade apresentado na polpa (A) é superior ao teor da casca (B). A média encontrada do teor de umidade para a polpa da uva foi de 79,01% e para a casca foi de 85,4%.

5.2. Resultados da balança termogravimétrica

Após a amostra da casca da uva ser inserida na balança termogravimétrica, obteve-se a curva termogravimétrica (TGA) abaixo (Figura 4). Não se pode utilizar material líquido na balança termogravimétrica, com isso, não se fez esse tipo de análise para a polpa da uva.

Figura 4: TGA da casca da uva.



O gráfico apresenta a redução de umidade da amostra e com isso pôde-se determinar o teor de carbonos voláteis, fixos e cinzas presentes com o auxílio de uma régua.

Do início até o final da queda mais apresentada no gráfico, pode-se através de uma regra de três simples, determinar o teor de umidade. Em seguida, na parte que ocorre uma queda mais leve, ou seja, uma saída de umidade mais lenta, se pode determinar o teor de carbono volátil. Quando começa a ocorrer uma estabilização no gráfico, significa que aqueles sólidos presentes se chamam sólidos fixos. Ao se estabilizar, o gráfico apresenta apenas as cinzas que são constituídas basicamente por matéria inorgânica.

Este gráfico possui comportamento semelhante aos apresentados por Salcedo et al. (2018), onde foi realizado uma caracterização da uva Isabella (*Vitis labrusca*). Os resultados estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Resultados das análises das amostras da casca de uva através da balança termogravimétrica.

Umidade (%)	Massa seca (%)	Carbonos voláteis (%)	Carbonos fixos (%)	Cinzas (%)
76,19	23,81	61,29	12,90	25,81

Pode-se observar que o valor de umidade obtido com a balança termogravimétrica é bem próximo do valor obtido em estufa, apresentando uma variação de 2,82%.

5.3. Resultados da produção de biogás

Foram realizadas três análises do biogás nos quatro biodigestores nos dias 5, 17 e 26 de julho, ou seja, após 6, 18 e 27 dias do início do processo. Esses biodigestores foram identificadas como UCn e UPn, sendo essa identificação correspondente ao substrato da casa da uva e da polpa da uva, respectivamente.

No dia 05 de junho de 2019 observou-se que as seringas utilizadas para quantificar o volume de biogás estavam cheias de gás (Figura 5). Os resultados da análise do volume, teor de CH₄ e de CO₂ estão apresentados na tabela 5.

Figura 5: Biodigestores no primeiro dia de análise de gás.



Tabela 5: Resultado das análises no dia 05 de junho de 2019.

Biodigestores	Volume (mL)	CH₄ (%)	CO₂ (%)
UC1	32	1,42	98,58
UC2	31	1,111	98,89
UP1	64	0	100
UP2	57	0	100

Foi observado uma produção de metano em pequena quantidade após 7 dias da montagem dos biodigestores. Porém esses valores não aumentaram. Isso pode ser sido afetado devido a diluição realizada no inóculo e no substrato. No dia 17 de junho foi novamente analisado o volume e o teor de CH₄ e CO₂, sendo os resultados expressos na tabela 6.

Tabela 6: Resultado das análises no dia 17 de junho de 2019.

Biodigestores	Volume (mL)	CH₄ (%)	CO₂ (%)
UC1	21	0	100
UC2	25	0,5	99,5
UP1	22	0	100
UP2	17	0	100

Observa-se que o volume total produzido pelos biodigestores diminuiu após 12 dias, devido ao fato da redução dos compostos mais complexos em compostos mais simples. Além disso, não houve reposição de inóculo ou substrato no biodigestor, o que também provocou uma redução da produção de gás. Este fato pode ser observado nos gráficos abaixo (Figura 6 e 7).

A Figura 6 corresponde ao volume de gás, em mL, coletado dos biodigestores (UP1 e UP2) que continham como substrato a polpa da uva. A Figura 7 corresponde ao volume de gás, em mL, coletado dos biodigestores (UC1 e UC2) que continham como substrato a casca da uva.

Figura 6: Gráficos representando o volume nos biodigestores com a polpa da uva.

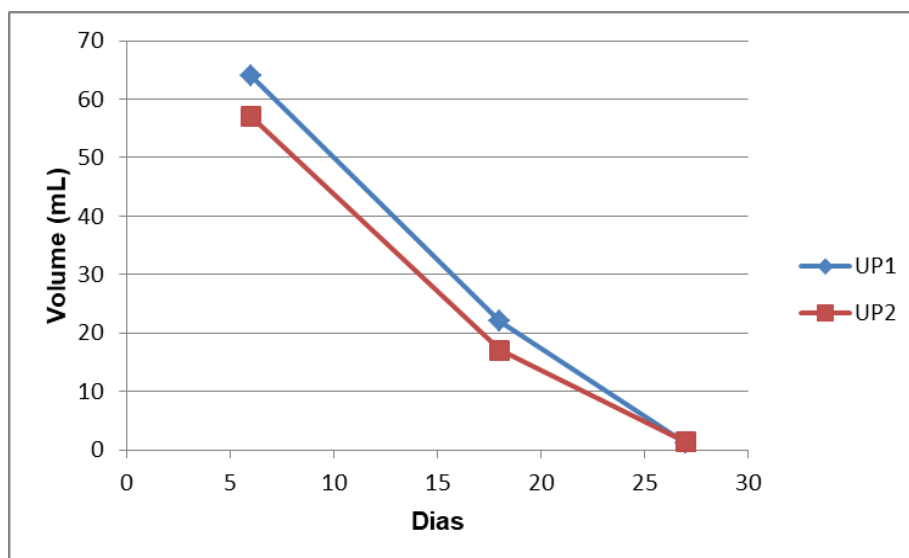
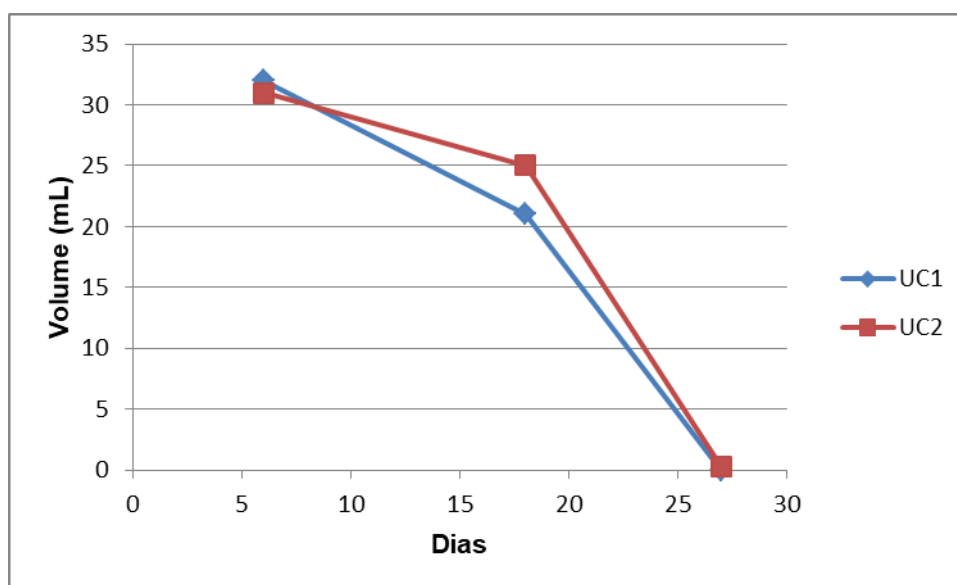


Figura 7: Gráfico representando o volume nos biodigestores com a casca da uva.



Como se pode observar nos gráficos anteriores, os biodigestores contendo como substrato a polpa da uva apresentaram uma queda mais brusca de gás nos primeiros dias quando comparado com os biodigestores que possuem a casca da uva como substrato.

Também foi possível realizar a confecção de gráficos para a porcentagem de CH₄ e CO₂ presentes dos biodigestores da casca da uva (Figura 8 e 9).

Figura 8: Concentração de CH_4 nos biodigestores com casca de uva no dia 05 e 17 de junho.

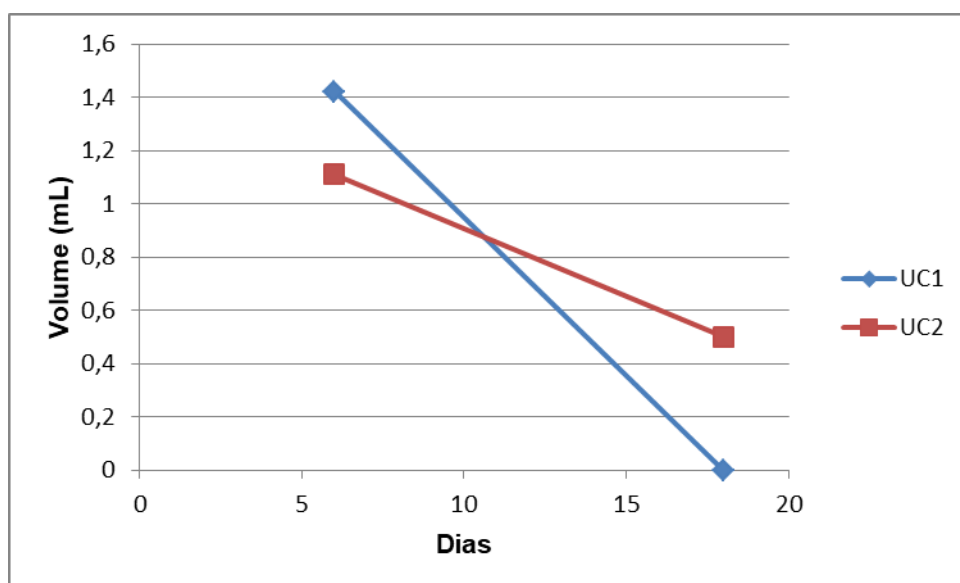
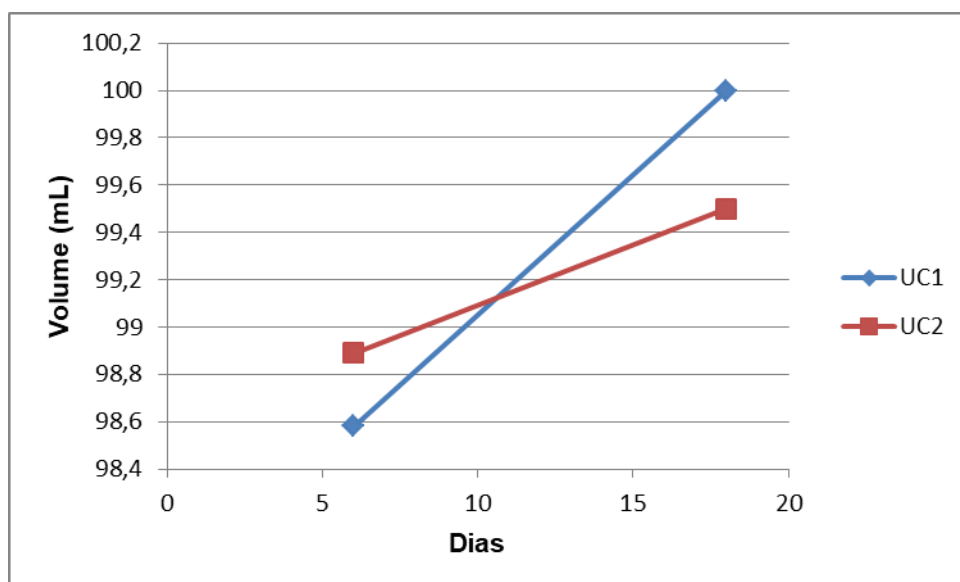


Figura 9: Concentração de CO_2 nos biodigestores com casca de uva no dia 05 e 17 de junho.



Como estão demonstrados nas tabelas 5, 6 e na figura 8, os biodigestores que possuíam como inoculante a polpa da uva, não apresentaram teores de CH_4 , mantendo-se assim a concentração de CO_2 em 100%. Já os biodigestores que continham a casca da uva como inoculante, apresentaram logo na primeira análise

uma pequena concentração de CH_4 que foi logo diminuindo chegando a 0% no biodigestor UC1 e a 0,5% no UC2.

Como observado na figura 7, no dia 26 de junho não se tinha uma quantidade suficiente de gás pra ser analisado no cromatógrafo. Com isso, realizou-se apenas a quantificação do volume através da seringa (Tabela 7).

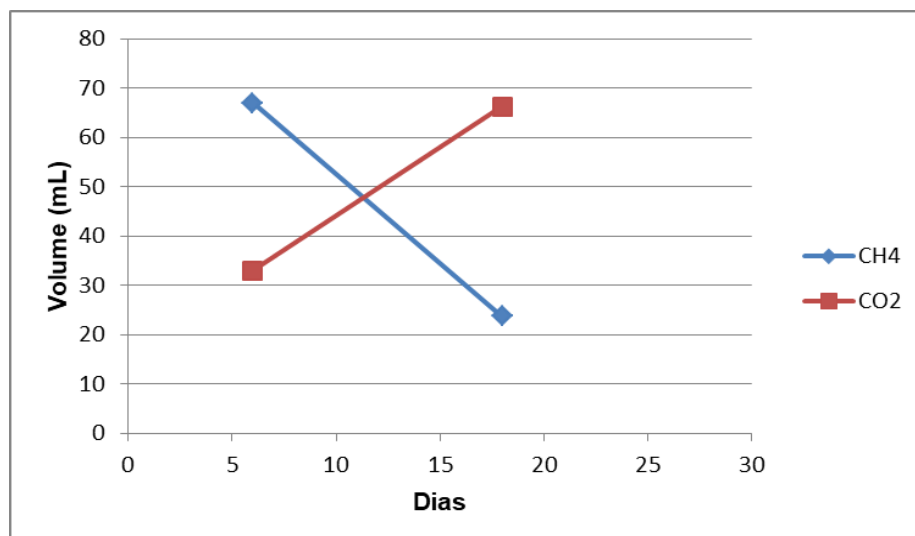
Tabela 7: Volume (mL) de gás dos biodigestores no dia 26 de junho de 2019.

Biodigestores	Volume (mL)
UC1	0
UC2	0,3
UP1	1,0
UP2	1,2

Até a conclusão desse relatório, não se foi possível realizar outra análise do gás no cromatógrafo por falta de gás dos biodigestores.

Foi realizada a montagem de um biodigestor contendo apenas o inóculo. Logo na primeira semana de análise, no dia 05 de junho de 2019, apresentou grande concentração de CH_4 chegando a 67% do total de gás, sendo 23,75% a concentração de CO_2 . No dia 17 de junho, houve um decaimento na concentração de CH_4 para 33% e um aumento de CO_2 para 66,25%. O comportamento dos gases pode ser observado no gráfico abaixo (Figura 10).

Figura 10: Concentração de CH_4 e CO_2 do inóculo.



Comportamentos semelhantes de rejeito de animais sendo utilizado como inóculo podem ser observados em Pereira et al. (2018). Logo, verificou-se que ocorreu uma queda brusca da concentração de metano após 17 dias da confecção dos biodigestores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de qualquer tipo de resíduo orgânico para a produção de energia é hoje uma das melhores alternativas alinhadas ao desenvolvimento sustentável. Os resíduos mais utilizados são os dejetos de animais devido a sua maior capacidade de produção de metano e adequada relação C/N. Porém, os dejetos de animais podem ser utilizados juntamente com outros resíduos orgânicos, dentre eles restos de frutas muito encontrados em supermercados, feiras livres e indústrias de beneficiamento.

A escolha da uva BRS Vitória produzida no Vale do São Francisco foi proposital devido a grande quantidade de resíduos gerados pelas vinícolas presentes no vale. A utilização desta variedade de uva como inoculante apresentou valores diferentes quando analisadas amostras separadas de polpa e casca da uva.

Com isso, sugere-se para próximos trabalhos a realização da confecção de biodigestores utilizando a mistura de ambos os substratos (casca e polpa) e também que sejam utilizadas com uvas adequadas para fabricação de vinho, tendo em vista o maior percentual de resíduos gerados.

Infelizmente, até a elaboração deste relatório, não houve tempo hábil para a determinação da relação C/N do substrato e de repetir os ensaios utilizando outras diluições e percentuais de mistura substrato/inoculante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. M.; PEREIRA, O. J.; DANTAS, F. E. R. **Semiárido e o manejo dos recursos naturais**: uma proposta de uso adequado do capital natural. 2ª ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2016. 406 p.

BALDACIN, A. C. S.; PINTO, G. M. F. Biodigestão anaeróbia da vinhaça: aproveitamento energético do biogás. **Revista Eletrônica FACP**, ano 03, n. 7, p.1-47, 2015.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago 2010. Seção 1, p. 3.

CALZA, L.F.; LIMA, C. B.; NOGUEIRA, C. E. C.; SIQUEIRA, J. A. C.; SANTOS, R. F. Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 6, p. 990-997, 2015.

JORGE, L. H. de A.; OMENA, E. **Biodigestor**. Dossiê Técnico. SENAI/AM - Antônio Simões, 2012.

LEÃO, P. C. S.; LIMA, M. A. C. **Uva de mesa sem sementes ‘BRS Vitória’**: comportamento agrônômico e qualidade dos frutos no Submédio do Vale do São Francisco. Embrapa Semiárido. Comunicado técnico, 168. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. 6 p.

MACHADO, G. B. **Biodigestão Anaeróbia**. 2013. Disponível em: <<https://www.portaldobiogas.com/biodigestao-anaerobia/>>. Acesso em: 25 jun 2019.

MARQUES, S. M. A. A.; SILVA JÚNIOR, F. J.; MONTEIRO, M. K. D.; VIEIRA, A. S.; VENTURA, A. F. A.; VETURA JÚNIOR, R. Produção de biofertilizante, adubo orgânico e biogás para agricultura familiar. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 990-999, 2014.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Gestão de Resíduos Orgânicos**. 2019. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADuos-org%C3%A2nicos.html#o-que-fazer>>. Acesso em: 01 jun 2019

PEREIRA, L. C.; BALBINO, M. V.; VIANA, L. S.; FARIAS, N. S. N.; XAVIER, M. R. R.; RAMOS, W. Q.; CORREIO, J. A. C. Estudo comparativo de biogás produzido com resíduos animais. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 7, n. 4, p. 406-422, 2018.

PEREIRA, M. S.; GODOY, T. P.; GODOY, L. P.; BUENO, W. P.; WEGNWE. R. S. Energias renováveis: biogás e energia elétrica proveniente de resíduos de suinocultura e bovinocultura na UFSM. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 239-247, 2015.

POSSA, R. D. **Tecnologia alternativa para purificação do metano contido no biogás proveniente da digestão anaeróbica de dejetos de suínos**. 2013. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2013.

RITSCHER, P. **Uva BRS Vitória**. 2012. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1163/uva-brs-vitoria>>. Acesso em: 03 jul 2019.

ROSELINO, A. B. S.; PALMIERI, F. G.; DELEO, J. P. B. Anuário 2018|2019 - Retrospectiva 2018 e Perspectiva 2019: Uva. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP. **Revista Hortifruti Brasil**, ano 17, n. 185, p. 39-40, 2019.

SALCEDO, A. V. R.; GONZÁLEZ, A. F. R.; BURGOS, J. M. B. Caracterización termogravimétrica de carbonizados de residuos provenientes de la uva Isabella (*Vitis labrusca*). **Ingeniería y desarrollo**, v. 36, n. 2, p. 398-417, 2018.

SILVA, T. M. G. **Tinta anti-incrustante e análise de resíduos da indústria vinícola (*Vitis sp.*) do Vale do São Francisco**. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SILVA, J. M.; SILVA, L. J.; TIAGO FILHO, G. L. Avaliação do potencial e viabilidade econômica de aproveitamento energético de biogás em um biodigestor adaptado para uma pequena propriedade rural. In: 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural. **Anais**. São Paulo: USP, 2015. 10 p.

VITAL, T. Vitivinicultura no Nordeste do Brasil: Situação Recente e Perspectivas. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 60, n. 03, p. 501-524, 2009.

XAVIER, C. A. N.; LUCAS JÚNIOR, J. Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inóculo. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 2, p.212-223, 2010.