

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
CURSO DE ZOOTECNIA

LUANA COSTA DA SILVA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DO BAGAÇO DE AZEITONA  
CONSERVADO ATRAVÉS DE SILAGEM**

Porto Alegre

2019

LUANA COSTA DA SILVA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DO BAGAÇO DE AZEITONA  
CONSERVADO ATRAVÉS DE SILAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito para obtenção  
do Grau de Zootecnista, Faculdade de  
Agronomia, Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul.

**Orientadora: Elisa Cristina Modesto**

**Co-orientadora: Maitê de Moraes Vieira**

Porto Alegre

2019

LUANA COSTA DA SILVA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DO BAGAÇO DE AZEITONA  
CONSERVADO ATRAVÉS DE SILAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do  
Grau de Zootecnista, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande  
do Sul.

Data de aprovação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

---

Elisa Cristina Modesto, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. - UFRGS

Membro da Banca

---

Maitê de Moraes Vieira, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. - UFRGS

Membro da Banca

---

Joseane Anjos da Silva, Mestranda - UFRGS

Membro da Banca

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço minha família, principalmente minha mãe, meu irmão, meu padrasto e meus avós, que sempre estiveram comigo me auxiliando e me deram força para que conseguisse chegar até aqui.

Agradeço a Jaia, Karen, Laura e Thais, amigas que estão comigo há tantos anos e mesmo com a distância, a amizade ainda continua a mesma.

Agradeço a todos colegas e professores da faculdade, pelas risadas, pelos aprendizados, pelas saídas de campo, enfim, por tudo. Mas em especial agradeço as minhas colegas e amigas Bárbara, Danielli, Elis, Thaís, Cindy, Fernanda, Vitória e Carolina que me ensinaram tanto, me ouviram bastante ao longo desses anos de faculdade e ainda continuam presentes mesmo que os planos tenham sido diferentes.

Meu eterno obrigada as gurias do LNA, Aline, Monica e Marcia, que demonstraram afeto e amizade.

Professora Maitê, pela confiança no meu trabalho, ensinamentos e todo apoio ao longo desse período que estive sob sua orientação.

À minha orientadora, professora Elisa, que desde a orientação em meu estágio esteve sempre presente, fazendo crescer ainda mais o meu amor pelos bubas, me dando a oportunidade e depositando sua confiança em mim para fazer este trabalho.

## RESUMO

A indústria brasileira é uma das maiores do mundo quando falamos de produção de alimentos. E juntamente com a intensa proporção de alimentos produzidos para alimentação humana, são gerados uma quantidade enorme de resíduos e subprodutos que possuem grande potencial de uso na alimentação de ruminantes. Porém, a utilização destes subprodutos requer conhecimento de como conservá-los, pois muitos apresentam como limitante a baixa percentagem de matéria seca, o que acaba prejudicando processos como a ensilagem. O bagaço de azeitona é um subproduto proveniente do processo da extração de azeite, sendo gerado em grande volume. O objetivo do presente estudo é de caracterizar a qualidade nutricional do bagaço de azeitona conservado em forma de silagem, através de análises químico-bromatológicas, verificando se há possibilidade de fazer ensilagem deste resíduo da agroindústria. O experimento foi conduzido na Estação Agronômica e no Laboratório de Nutrição Animal, ambos pertencentes à Faculdade de Agronomia da UFRGS. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, contabilizando três tratamentos com quatro repetições, com um total de 12 silos experimentais. Os tratamentos foram todos com silagem de 100% de bagaço de azeitona, sendo diferentes apenas os períodos de abertura dos silos experimentais (35, 50 e 70 dias). Os dados foram analisados por meio do programa estatístico RStudio, com nível de significância de 5%. Foram realizadas análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e calculados valores de hemicelulose, celulose, nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF). Os resultados demonstraram que o subproduto analisado possui potencial positivo para utilização principalmente na alimentação de ruminantes, devido a presença de fibra que é importante para promover a motilidade ruminal e ruminação. Porém, apresenta também um alto teor de extrato etéreo, sendo um limitante para o seu fornecimento de forma livre aos animais, por isso deve ser feito estudo sobre a digestibilidade deste alimento para determinar a quantidade que pode ser oferecida aos mesmos. E para concluir, o bagaço de azeitona pode ser conservado em forma de silagem e oferecido

como suplemento para os animais em períodos críticos, evitando impactos ambientais através de seu descarte irregular e tornando mais sustentável a produção pecuária da região.

**Palavras-chave:** bromatologia; subprodutos; bagaço azeitona; alimentos alternativos;

## ABSTRACT

Brazilian industry is one of the largest in the world when we talk about food production. And together with the intense proportion of food produced for human consumption, an enormous amount of waste and byproducts that have great potential for ruminant feeding are generated. However, the use of these by-products requires knowledge of how to conserve them, as many limit the low percentage of dry matter, which ends up damaging processes such as silage. Olive pomace is a by-product from the olive oil extraction process and is generated in large volume. The objective of the present study is to characterize the nutritional quality of olive pomace preserved in silage, through chemical-bromatological analysis, verifying if there is possibility of silage this residue of the agroindustry. The experiment was conducted at the Agronomic Station and the Animal Nutrition Laboratory, both belonging to the Faculty of Agronomy of UFRGS. The experimental design was completely randomized, accounting for three treatments with four replications, with a total of 12 experimental silos. All treatments were 100% olive pomace silage, and only the opening periods of the experimental silos were different (35, 50 and 70 days). Data were analyzed using the RStudio statistical program, with a significance level of 5%. Analyzes of dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), ether extract (EE), crude fiber (FB), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), lignin (LIG), neutral detergent insoluble nitrogen (NIDN), acid detergent insoluble nitrogen (NIDA) and calculated values of hemicellulose, cellulose, total digestible nutrients (TDN), total carbohydrates (TC) and non-fibrous carbohydrates (CNF). The results showed that the analyzed by-product has positive potential for use mainly in ruminant feeding, due to the presence of fiber that is important to promote ruminal motility and rumination. However, it also has a high content of ether extract and is limiting to its free form supply to animals, so a study on the digestibility of this food should be done to determine the amount that can be offered to them. In conclusion, olive pomace can be preserved in silage and if offered as a supplement to animals during critical periods, avoiding environmental impacts through their irregular disposal and making the region's livestock production more sustainable.

**Keywords:** bromatology; by-products; olive pomace; alternative foods;

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASCAR	Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural
cm	Centímetro
CO <sub>2</sub>	Gás carbônico
EE	Extrato etéreo
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENN	Extrato não nitrogenado
FDN	Fibra em detergente neutro
H <sub>2</sub> O	Água
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
kg	Quilograma
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MS	Matéria seca
MM	Matéria mineral
PB	Proteína bruta
Rpm	Rotações por minuto
%	Porcentagem



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Fluxograma da produção de azeite através dos diferentes tipos de extração .....	<b>19</b>
<b>Figura 2</b> – Esquema analítico de Weende .....	<b>26</b>
<b>Figura 3</b> – Silo experimental de vidro com bagaço de azeitona .....	<b>33</b>
<b>Figura 4</b> – Silos experimentais identificados .....	<b>34</b>
<b>Figura 5</b> – Planilha de avaliação .....	<b>36</b>
<b>Figura 6</b> – Equação linear do pH da silagem do bagaço de azeitona em tempos crescentes de abertura do silo experimental .....	<b>44</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Composição químico-bromatológica do bagaço de azeitona <i>in natura</i> e da silagem do bagaço de azeitona com coeficiente de variação .....	<b>40</b>
<b>Tabela 2</b> – Quantidade de observações da coloração da silagem do bagaço de azeitona a cada medição conforme os períodos do tratamento do experimento .....	<b>43</b>
<b>Tabela 3</b> – Quantidade de observações do odor da silagem do bagaço de azeitona a cada medição conforme os períodos do tratamento do experimento .....	<b>43</b>
<b>Tabela 4</b> – Equação de regressão, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e coeficiente de variação (CV%) para a composição bromatológica da silagem do bagaço de azeitona em diferentes tempos de abertura de silos experimentais .....	<b>45</b>
<b>Tabela 5</b> – Valores médios da composição químico-bromatológica da silagem do bagaço de azeitona nos diferentes períodos de abertura .....	<b>61</b>
<b>Tabela 6</b> – Valores médios de pH de cada silo experimental nos diferentes tratamentos .....	<b>62</b>
<b>Tabela 7</b> – Escala coloração observada na silagem .....	<b>63</b>
<b>Tabela 8</b> – Escala odor observado na silagem .....	<b>63</b>
<b>Tabela 9</b> - Avaliações de temperatura (°C) e pH avaliadas na silagem .....	<b>63</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....</b>	<b>15</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 OLIVEIRA .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.1 AZEITE DE OLIVA .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.2 BAGAÇO DE AZEITONA .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 PROCESSO DE ENSILAGEM .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 SILAGEM .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.1 SILAGEM DE MILHO .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.2 SILAGEM DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 MANEJO DO SILO .....</b>	<b>24</b>
<b>3.5 COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA .....</b>	<b>25</b>
<b>3.5.1 MÉTODO DE WEENDE .....</b>	<b>26</b>
<b>3.5.1.1 MATÉRIA SECA .....</b>	<b>26</b>
<b>3.5.1.2 MATÉRIA MINERAL OU CINZAS .....</b>	<b>27</b>
<b>3.5.1.3 PROTEÍNA BRUTA .....</b>	<b>27</b>
<b>3.5.1.4 EXTRATO ETÉREO .....</b>	<b>27</b>
<b>3.5.1.5 FIBRA BRUTA .....</b>	<b>28</b>
<b>3.5.1.6 EXTRATIVO NÃO NITROGENADO.....</b>	<b>28</b>
<b>3.5.1.7 NUTRIENTES DIGESTÍVEIS TOTAIS .....</b>	<b>29</b>
<b>3.5.2 MÉTODO DE VAN SOEST .....</b>	<b>29</b>
<b>3.5.2.1 FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO .....</b>	<b>29</b>
<b>3.5.2.2 FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO .....</b>	<b>30</b>
<b>3.5.2.3 LIGNINA .....</b>	<b>30</b>
<b>3.5.2.4 NITROGÊNIO INSOLÚVEL EM DETERGENTE NEUTRO E DETERGENTE ÁCIDO .....</b>	<b>31</b>
<b>3.5.2.5 HEMICELULOSE E CELULOSE .....</b>	<b>31</b>
<b>3.5.2.6 CARBOIDRATOS TOTAIS E CARBOIDRATOS NÃO FIBROSOS .....</b>	<b>31</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>

<b>4.1 EXPERIMENTO .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2 ANÁLISES QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS DO BAGAÇO DE AZEITONA IN NATURA .....</b>	<b>34</b>
<b>4.3 ANÁLISES QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS DA SILAGEM DO BAGAÇO DE AZEITONA .....</b>	<b>35</b>
<b>4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....</b>	<b>39</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de ruminantes no Brasil sofre muito com a sazonalidade de produção de forragens. Esse fator é determinante e considerado um dos responsáveis pelo baixo índice zootécnico do rebanho, principalmente em períodos críticos do ano como secas ou escassez de forragens. Por essa razão, a medida em que a produção animal aumenta, se faz necessária a suplementação alimentar.

Segundo o BEEF POINT (2004), com a crescente intensificação dos sistemas de produção de leite ou de carne, a utilização de uma suplementação alimentar visa o fornecimento adequado de nutrientes para os animais, a fim de possibilitar desempenho satisfatório e também, menor dependência do uso de alimentos concentrados. Existem algumas formas de reservar alimentos para os animais, seja como cultura para uso *in natura* ou como alimento conservado (ensilagem ou fenação).

A silagem é um volumoso que entra na alimentação animal para suprir a deficiência de pastagem com o objetivo de manter o nível nutricional dos animais. Porém, o seu uso acaba contribuindo no custo de produção, devido ao alto custo na implantação de culturas de bom valor forrageiro (milho, sorgo, azevém, alfafa, aveia) que são utilizadas para este devido fim (SANTOS et al., 2001).

Visando a redução de custos na alimentação animal, que é de aproximadamente 70% das despesas em um sistema de produção, já se encontram alguns estudos sugerindo a utilização de subprodutos agroindustriais como uma alternativa aos alimentos convencionais. Entre as alternativas de subprodutos, encontra-se o bagaço de azeitona, que é obtido através do processamento de extração de óleo das azeitonas e possui elevado potencial de contaminação ambiental se descartado inadequadamente.

No processamento de azeitonas, tanto para produção de conserva quanto para extração do azeite, são gerados resíduos sólidos e líquidos (MEDEIROS et al., 2016). Em função do aumento no consumo e na produção de azeite de oliva no Brasil, conseqüentemente haverá também aumento na quantidade de bagaço produzido, pois o país encontra-se entre os dez principais produtores de azeitona no mundo e com grande potencial de crescimento, segundo OLIVA (2016). A cada 1000 kg de

azeitona processada, são gerados aproximadamente 800 kg de bagaço (ALCAIDE; RUIZ, 2008).

A ensilagem é uma das tecnologias utilizadas para a conservação de nutrientes com o mínimo de perdas, garantindo a qualidade do material. Entretanto, são necessários estudos para verificação do potencial uso dessa técnica na conservação do bagaço de azeitona, devido aos fatores que influenciam os processos fermentativos durante a ensilagem (HOCH, 2017).

Os animais ruminantes desempenham papel importante em sistemas agrícolas sustentáveis, pois possuem uma alta capacidade de converter os recursos naturais renováveis, como subprodutos agrícolas e agroindustriais, em alimentos de alta qualidade para o homem (OLTJEN; BECKETT, 1996). Portanto, objetivou-se a caracterização química-bromatológica da silagem do bagaço de azeitona produzida no experimento do presente estudo, com diferentes períodos de abertura, a fim de promover uma alternativa desse subproduto para principalmente a alimentação de ruminantes.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a composição químico-bromatológica, pH, temperatura, cor e odor do bagaço de azeitona *in natura* e ensilado com diferentes dias de abertura.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Determinar os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 OLIVEIRA

A oliveira (*Olea europaea L.*) pertence à família botânica Oleaceae, sendo a única árvore da espécie a produzir frutos comestíveis. Trata-se de uma árvore de porte pequeno a médio, cujo porte, densidade da copa e cor da madeira variam dependendo da cultivar e das condições de cultivo (NETO et al., 2008).

Adaptada ao clima temperado, mostra bom desenvolvimento em regiões que apresentam verões longos, quentes e secos, e com baixos índices pluviométricos. Seus frutos, as azeitonas, podem ser comercializadas na forma de conserva como consumo em mesa e também através de seu processamento onde se extrai o azeite, denominado azeite de oliva.

De acordo com MANDARINO; ROESSING; BENASSI (2005), a azeitona apresenta como constituintes, em média, 50% de água, 1,6% de proteínas, 22% de óleo, 19,1% de carboidratos, 5,8% de celulose e 1,5% de minerais. A azeitona possui apenas uma semente e é composta de três tecidos: endocarpo, que se refere ao caroço; o mesocarpo, à polpa; e o pericarpo, à pele. Conforme o seu estado de maturação, a coloração pode variar da cor verde a preta.

A planta é considerada uma das mais antigas cultivadas pelo homem e foi introduzida na bacia do Mediterrâneo por fenícios e sírios, nos primórdios da civilização sendo seu uso, tanto na alimentação quanto medicinal, difundido por gregos e romanos (MANDARINO; ROESSING; BENASSI, 2005). Em 1492, o cultivo das oliveiras se expandiu para além do Mediterrâneo sendo levada para a América.

Segundo ALBA; FLORES; WREGGE (2013), no Rio Grande do Sul a oliveira foi introduzida oficialmente em 1948 por meio da criação do Serviço Oleícola, órgão especializado da Secretaria da Agricultura, com a finalidade de supervisionar e orientar os trabalhos de pesquisa. Com o apoio governamental estimulando o desenvolvimento da cultura sem uma base técnica, acabou provocando a formação de olivais de baixa qualidade e por isso houve uma diminuição no plantio da oliveira no estado gaúcho.

No final dos anos sessenta, surgiram no Brasil alguns plantios comerciais em São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul (HARDER, 2015). O município de Uruguaiana foi um dos pioneiros, através do Embaixador Batista



Luzardo, que plantou na Fazenda São Pedro, um grande olival com mudas oriundas da Argentina (COUTINHO; RIBEIRO; CAPPELLARO, 2009).

Após a introdução da oliveira em Uruguiana, foram realizadas análises das azeitonas e dos azeites que são produzidos no Brasil em laboratórios, e através desses resultados, foi comprovado que os mesmos não perdiam em qualidade quando comparados com os produtos italianos. Com isso, houve uma intensificação do plantio da oliveira por todo o estado.

A maior parte territorial do Rio Grande do Sul apresenta condições favoráveis ou toleráveis para esta atividade, conforme apresenta o Zoneamento Agroclimático publicado pela EMBRAPA (WREGGE et al., 2009), o que tem despertado interesse na produção desta frutífera por parte dos produtores do Estado, assim como o aumento significativo do consumo de azeite. Mundialmente, o seu cultivo vem apresentando grande relevância devido aos benefícios que o azeite de oliva proporciona à saúde humana, principalmente por sua eficácia na proteção contra enfermidades cardiovasculares (HARDER, 2015).

### **3.1.1 AZEITE DE OLIVA**

De acordo com o INMETRO (2000), o azeite de oliva é o produto obtido através do processamento do fruto das oliveiras, a azeitona, sendo que, para ser denominado como azeite de oliva o produto não pode apresentar mistura com qualquer outro tipo de óleo.

O azeite de oliva é predominantemente (98% do peso total) composto por triacilgliceróis e ácidos graxos livres. O ácido graxo mais abundante no azeite é o oleico, seguido do palmítico, linoleico e esteárico, os quais representam cerca de 88% da composição total de ácidos graxos. Em menor proporção estão presentes os ácidos linolênico, lignocérico, araquídico e o behênico (BÖHMER, 2018).

No contexto mundial, os países da Europa se destacam como os principais produtores de azeite de oliva, sendo a Espanha o maior produtor do mundial. O Brasil ocupa o segundo lugar no ranking dos países importadores de azeite de oliva no mundo, conforme o Conselho Oleícola Internacional (COI), mesmo com o aumento da produção de azeite no país.

Segundo a EMATER-ASCAR (2015) do Rio Grande do Sul, a atividade de produção de azeite de oliva no estado retornou no ano de 2003 em Caçapava do Sul,

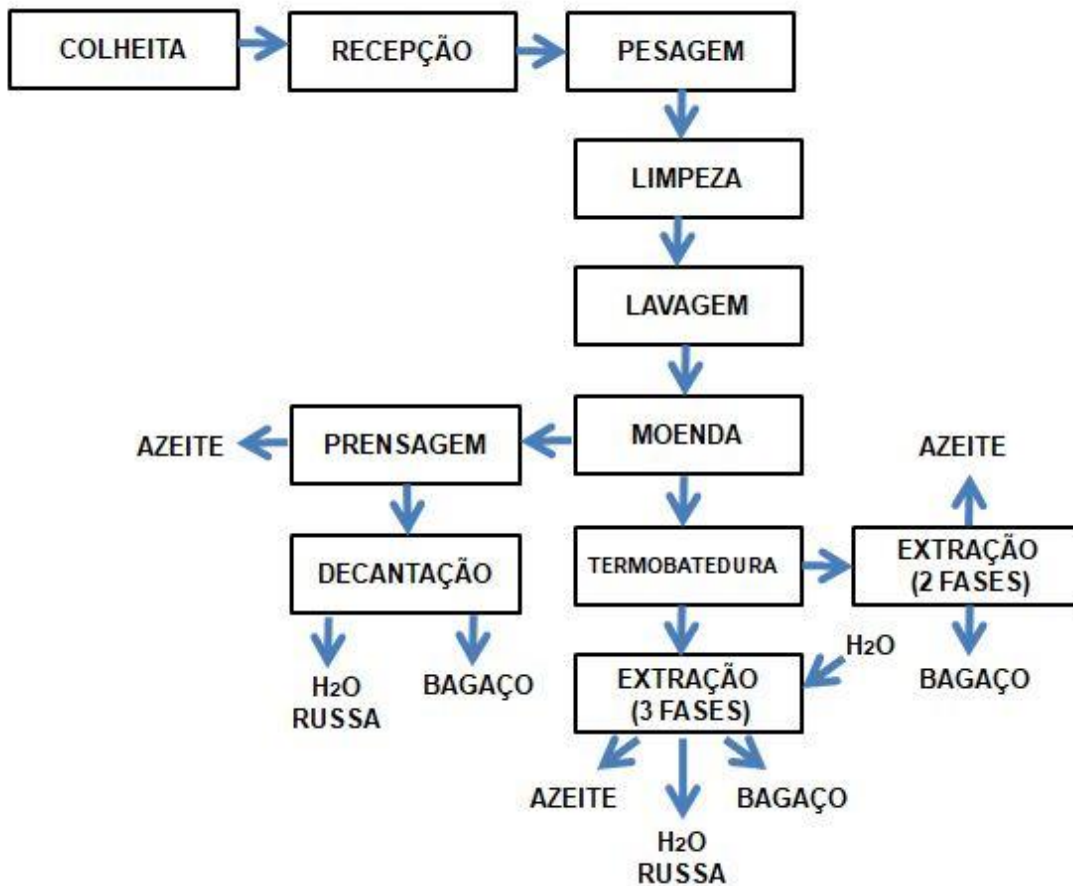
com o cultivo de mudas de oliva e atualmente vem sendo considerado um exemplo de agregação de valor e inovação para o agronegócio do estado. Desde então, a implantação de olivais vem aumentando. Conforme o Programa Pró-Oliva, a estimativa da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR) apontou uma produção de quase 200 mil litros de azeite em 2019, elaborados por 11 fábricas de azeite que processaram cerca de 1.700 toneladas de olivas, com uma área de colheita de aproximadamente de 1.500 hectares.

A colheita das azeitonas no Rio Grande do Sul ocorre a partir do mês de janeiro se estendendo até março, sendo feita logo após do completo desenvolvimento dos frutos. Novos olivais continuam a ser implantados no estado gaúcho e a área plantada deverá superar 5.500 hectares até o final de 2019 (PRÓ OLIVA, 2019).

Para produção do azeite, o produto é extraído do fruto da oliveira passando por processos mecânicos ou outros meios físicos, sob um controle de temperatura adequada, mantendo-se a natureza original do produto e observados os valores dos parâmetros de qualidade com base em análises-físico químicas que o qualificarão (AUED-PIMENTEL et al. 2008; MAPA, 2012) conforme recomenda a Resolução da Diretoria Colegiada, RDC n° 270, de 22 de setembro de 2005 , da ANVISA para que o azeite seja comercializado no Brasil.

Atualmente existem dois métodos que são os mais utilizados para a extração do azeite, sendo o de duas ou de três fases, conforme demonstrado na Figura 1. No método de duas fases o procedimento é a trituração das azeitonas através de prensagem para obtenção o azeite extravirgem (VERA et al., 2009).

O método de duas fases é um processo de centrifugação em que é produzido menor quantidade de água quando comparado ao método de três fases. O sistema de três fases gera: azeite de oliva, bagaço e águas residuais. E no sistema de duas fases são gerados: azeite e bagaço úmido (GALANAKIS, 2011).



**Figura 1** – Fluxograma da produção de azeite através dos diferentes tipos de extração.

Fonte: Modificado de BÖHMER (2018)

A extração do azeite pode originar grandes quantidades de resíduos sólidos e efluentes líquidos. A composição desses resíduos depende muito da tecnologia utilizada e do sistema de extração utilizado (DUARTE et al., 2011).

O descarte irregular deste resíduo no ambiente pode acabar provocando graves problemas para todo o ecossistema devido a presença de metais em sua composição. De acordo com PAGNANELLI et al. (2003), esse resíduo pode ser utilizado como combustível para obtenção de energia elétrica (devido ao seu alto poder calorífico), como fertilizante (após o processo de compostagem) e na alimentação animal.

A sua contribuição para a poluição ambiental é muito significativa devido a alguns aspectos como: cheiro forte; elevada carga orgânica, difícil degradabilidade; pH muito ácido (3 a 5,9); elevado teor de polifenóis totais que são tóxicos para a maioria dos microrganismos e o alto teor em sólidos.

### **3.1.2 BAGAÇO DE AZEITONA**

No processo de produção do azeite de oliva é gerado uma grande quantidade de resíduos, dentre os quais se destaca o bagaço, que é um subproduto da produção obtido de diferentes formas e composições, de acordo com o equipamento utilizado no processamento, da variedade da azeitona e do grau de maturação do fruto (BÖHMER, 2018).

Para cada 100 kg de azeitona em média, são produzidos cerca de 20 kg de azeite e um quilograma de bagaço extraído possui 400 gramas de polpa e 600 gramas de caroço. O bagaço é constituído de polpa, caroço e tegumento da azeitona (ROIG et al. 2006). Compreende a água de constituição da azeitona, a água de adição e lavagem e uma percentagem variável de produto sólido (BRITO, 2016).

Com a sua utilização na alimentação animal, os custos dos produtores com a alimentação acaba sendo reduzida por se tratar de um subproduto e diminui também os custos para a agroindústria, que deveria fazer o tratamento deste material (ECHEVERRIA et al., 2015).

A extração do azeite é sazonal, conseqüentemente não há produção de bagaço o ano todo, portanto, a sua utilização na alimentação de animais se restringe ao período da colheita, já que o material se degrada rapidamente. E como opção para fornecer esse alimento ao longo do ano seria a correta preservação e armazenamento do mesmo, que pode ser feita através da ensilagem (ALCAIDE; RUIZ, 2008).

### **3.2 PROCESSO DE ENSILAGEM**

O método consiste no armazenamento de forragens com o propósito de preservar a sua qualidade, mantendo assim o seu valor nutricional. O objetivo da ensilagem é a conservação da máxima quantidade de matéria seca, nutrientes e energia da cultura, para a alimentação dos animais (KUNG, 2013).

É um processo baseado na redução do pH através da quebra de carboidratos solúveis que são convertidos em ácido láctico, esse rebaixamento do pH acaba inibindo a atividade da microbiota, preservando as características da biomassa ensilada (MAGALHÃES, 2014). Além do ácido láctico, durante o processo de fermentação há também a produção de outros ácidos orgânicos, como o acético, o propiônico e o butírico, que colaboram para o declínio do pH no meio (SANTOS et al., 2010).

Para a produção de silagens de boa qualidade, são preconizados teores de matéria seca na forragem a ser ensilada entre 35 e 45% (PEREIRA; REIS, 2001), sendo 25% o valor mínimo sugerido, no sentido de reduzir as perdas relacionadas às fermentações secundárias e conservação segura do material ensilado (COAN et al. 2007).

De acordo com SANTOS et al. (2010), com a efetiva compactação do material ensilado, consegue-se a fermentação desejada devido a condição de anaerobiose presente no interior do silo. A facilidade de compactação do material é dependente do teor de matéria seca na forragem, bem como do tamanho da partícula, no momento da ensilagem.

O processo de ensilagem é dividido em três fases. A primeira é a fase aeróbica, que acontece com a presença de oxigênio e a respiração celular, sendo utilizado o oxigênio e os substratos, ocasionando na produção de calor, H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> (PEREIRA et al., 2008).

A segunda fase é a anaeróbia, que ocorre quando não há mais oxigênio disponível suficiente e os microrganismos anaeróbicos começam a crescer, principalmente as enterobactérias, que são responsáveis pela produção do ácido acético (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Essa etapa tem uma duração de 24 a 72 horas, e devido a fermentação das hexoses e pentoses há a formação do ácido acético, etanol, ácido láctico e CO<sub>2</sub>. Com o acúmulo dos ácidos o pH começa a cair e há alteração na população microbiana, com o predomínio das bactérias homofermentativas, que são as mais eficientes na produção de ácido láctico (PEREIRA et al., 2008).

A última fase do processo é a de estabilização, quando o valor do pH se encontra em torno de 3,8 a 4,2 (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991), provocando a inibição da população de bactérias e a interrupção dos processos de fermentação (PEREIRA et al., 2008). Ao longo do processo acabam ocorrendo perdas, sendo algumas evitáveis, que são provocadas por práticas inadequadas na ensilagem, como mofo e podridões, e outras não evitáveis, como as alterações bioquímicas, respiração das plantas e fermentação.

A ensilagem de subprodutos e resíduos da indústria é uma forma de reduzir a contaminação ambiental, a partir do seu reaproveitamento como uma alternativa para a alimentação animal.

### 3.3 SILAGEM

Por definição, silagem é um alimento volumoso que é utilizado na suplementação dos animais juntamente com a pastagem, podendo ser também oferecido aos animais quando estão em confinamento. NEUMANN et al. 2007, dissertam que a conservação de forragens na forma de silagem é um processo fermentativo anaeróbio, que converte os carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, mediante atividade microbiana.

Segundo SANTOS et al. (2010), a utilização de silagens de forrageiras tropicais ou de restos de culturas tem se expandido cada vez mais na produção animal, principalmente na de ruminantes, como uma forma de aproveitamento do excedente da forragem produzida em período favorável do ano para minimizar a questão de escassez de alimento no período seco.

A qualidade da silagem refere-se às características fermentativas, tais como pH, nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_3$ ) e ácidos presentes; aspectos de odor, cor da silagem e a presença ou ausência de fungos (CARVALHO, 2017). Um dos princípios de uma boa silagem é a melhor compactação possível, eliminando o máximo de ar presente na massa, para que ocorra adequada fermentação em meio anaeróbio (sem oxigênio) e a conservando sempre isolada do sol e chuva.

Por suas características, pode-se ter a armazenagem de grandes volumes de alimentos, permitindo aumentar a densidade de ocupação do campo, aumentar a produção de carne ou leite, diminuindo a utilização de outras rações mais caras e reduzindo, portanto, os custos de produção (GÓMEZ, 1998).

Os cuidados básicos durante a ensilagem, a tecnologia adotada pelo produtor referente a preparo do solo, adubação, teor de matéria seca à época de corte, estão relacionados aos valores nutricionais da silagem (SCAPIM; CARVALHO; CRUZ, 1995; SILVA et al., 1999).

Em geral, a abertura do silo é realizada 30 dias após o fechamento. O processo para uma fermentação completa, leva em torno de três semanas, e por segurança, abre-se em um mês (AGUIAR, 2014). A durabilidade de um silo pode ser de um a dois anos, dependendo da forma do seu armazenamento.

### **3.3.1 SILAGEM DE MILHO**

Segundo ALMEIDA (2000), a silagem de milho é a mais tradicional entre as silagens, pois o milho é considerado uma das melhores plantas para ensilar, possuindo adequado teor de matéria seca e carboidratos solúveis, o que lhe confere ótimas condições para sua conservação na forma de silagem.

Dentre os grãos de cereais, o milho é o mais comumente empregado na alimentação dos animais. Possui um baixo teor de proteína, porém, é o mais rico em energia (SOARES, 2003). De acordo com este autor, o mesmo descreve que a parte principal da planta de milho, sob o ponto de vista da produção para o consumo humano e alimentação animal, é a espiga, que é constituída de grãos (70%), sabugo (20%) e palhas (10%).

Porém, a silagem de milho apresenta alto custo de produção, somente sendo justificada quando produzida de forma tecnificada, para resultar em forragem conservada de alta qualidade (SILVA; BERNADES, 2004).

### **3.3.2 SILAGEM DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS**

Atualmente a produção mundial de alimentos gera uma grande quantidade de lixos e resíduos. Ao contrário de lixo, que não pode ser reciclado, o resíduo possui um valor econômico agregado (JÚLIO, 2015) podendo ser reaproveitado em outros segmentos como uma alternativa. OLIVEIRA (2011), comenta que o Brasil possui destacada quantidade de resíduos e subprodutos da agricultura e da agroindústria, com grande potencial de uso na alimentação de ruminantes.

Conforme CRUZ (2000), o uso de resíduos de cultura, incluindo-se os resíduos de pré-limpeza, e de indústria, como volumosos para alimentação de bovinos requer análise criteriosa de qualidade, em razão da enorme variabilidade encontrada (produto não-padronizado) nestes produtos. Por esse motivo, é fundamental a análise do valor nutricional para uma adequada utilização dos subprodutos (ALCAIDE et al., 2003).

A alta capacidade dos ruminantes em digerir alimentos com alto teor de fibras os torna animais capazes de consumir dietas formuladas com fontes de fibras não forrageiras ou subprodutos de plantas utilizadas para o consumo humano (JÚNIOR, 2005).

A composição do bagaço é variável conforme o processamento de extração do óleo, podendo esse material deteriorar-se em pouco tempo. Assim como o milho, o bagaço de azeitona também pode ser ensilado, porém apresenta dificuldade como a baixa densidade de açúcares fermentáveis e elevado conteúdo de óleo, por isso torna-se importante o estudo sobre como fazer esse processo com o bagaço (ALCAIDE; RUIZ, 2008).

### **3.4 MANEJO DO SILO**

O manejo correto do silo é de extrema importância, onde o seguimento dos processos de forma adequada, pode ajudar na conservação nutricional da silagem (MAGALHÃES, 2017). A abertura do silo pode acarretar em perdas, devido ao contato do material ensilado com o oxigênio, ocasionando em uma deterioração nutricional, o que pode ocorrer devido a penetração do ar no silo (REZENDE et al., 2011). Também pode ocorrer perdas quando há exposição da silagem, pois o meio no qual a silagem se mantinha conservada (anaeróbio), se torna um meio aeróbio, em que há a reativação de microrganismos que se encontravam em estado de latência e retornam, com a presença do oxigênio, com as suas atividades metabólicas (AMARAL et al., 2008). Por conta dessa reativação de microrganismos indesejáveis, com consumo de nutrientes e produção de calor, acaba reduzindo a matéria seca e energia da forragem ensilada que seria oferecida aos animais (NEUMANN et al., 2007).

O aumento de perdas excessivas e fermentação indesejáveis da silagem deve-se a maior temperatura ambiente, umidade do ar e tempo de exposição (SANTOS et al., 2010). Sinais de deterioração da silagem, conforme JOBIM et al. (2007), ocorre devido ao aumento do pH, redução no teor de carboidratos solúveis e a baixa concentração de ácido láctico.

De acordo com PIRES et al. (2009), o material ensilado acaba sofrendo proteólise durante o processo de ensilagem, resultando em uma porção da proteína transformada em nitrogênio não proteico, sendo ela relacionada ao pH, quantidade de matéria seca, condições do processo de ensilagem (tempo e temperatura), quantidade de carboidratos solúveis em água e a própria concentração proteica (NEUMANN et al., 2007).



### 3.5 COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA

A avaliação bromatológica, desempenha um importante papel como avaliador de qualidade e segurança dos alimentos, pois através dela se conhece a composição química dos ingredientes. As análises laboratoriais visam separar os componentes dos alimentos em frações de digestibilidade e metabolização previsíveis, com um custo analítico baixo e através de métodos rápidos. Devem ser realizadas para fornecer um valor nutricional aproximado da dieta utilizada, que trata - se da mistura de todos os ingredientes oferecidos a um animal (FORTES, 2011).

De acordo com SPACKI (2015), o propósito da análise é de conhecer a composição química dos alimentos, simulando como os alimentos funcionam no organismo, determinando o seu valor alimentício e calórico, as suas propriedades físicas, químicas e toxicológicas. Por esse motivo, é de extrema importância a análise bromatológica visto que é uma ferramenta fundamental para a nutrição animal, principalmente para os animais de produção, uma vez que oferecido alimentos de qualidade a estes, irão converter em produtos de qualidade destinados ao consumo humano.

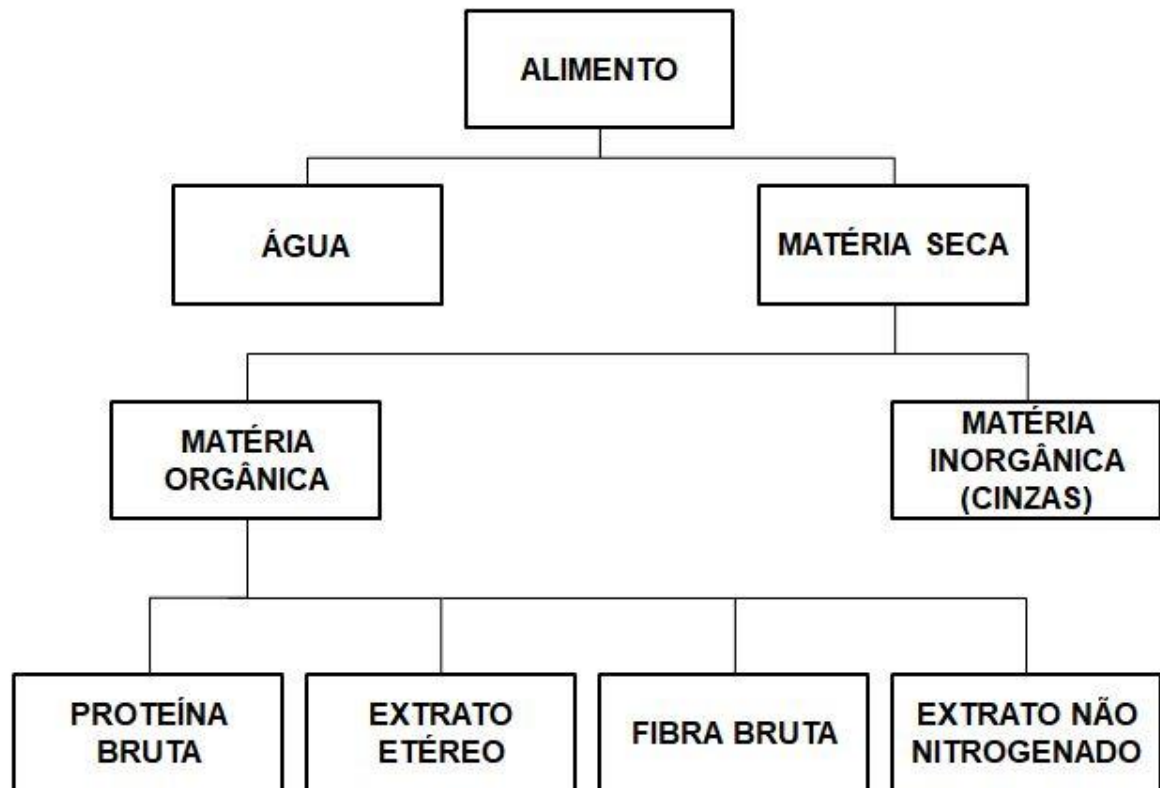
Para determinar matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo, fibra bruta e extrato não nitrogenado, é utilizado o método de Weende, com exceção da proteína bruta, em que o nitrogênio total é determinado pelo método de Kjeldahl (SALMAN et al., 2010).

O método de Van Soest consiste no fracionamento dos componentes fibrosos, possibilitando uma maior precisão na estimativa do valor nutritivo (principalmente das forrageiras) e, desde então tornou-se frequente na rotina dos laboratórios de análise de alimentos (BERCHIELLI et al., 2001).

Através da composição químico-bromatológica pode-se determinar o valor nutritivo e o aproveitamento de nutrientes (digestibilidade), principalmente pelos teores de PB e FDA, que são os responsáveis pela digestibilidade da MS (EUCLIDES et al., 1995).

### 3.5.1 MÉTODO DE WEENDE

Criado por Henneberg na Estação Experimental de Weende, Alemanha, em 1860. De acordo com esse método, o alimento é composto de diversos nutrientes, conforme representado na Figura 2:



**Figura 2** – Esquema analítico de Weende.

Fonte: FORTES (2011)

Apesar de ter se tornado insatisfatório por não reconhecer o fracionamento das fibras, o método ainda é o mais utilizado pelos laboratórios para a avaliação do alimento (SILVA; QUEIROZ, 2002).

#### 3.5.1.1 MATÉRIA SECA (MS)

A matéria seca é a fração total do alimento, excluída a água e umidade natural. É um dado de extrema importância, principalmente quando obtido de alimentos volumosos, que normalmente apresentam umidade variável (SALMAN et al., 2010). Através da evaporação causada pelo calor, a umidade é removida da amostra. O

material residual da amostra após a remoção de água, é a matéria seca. Através da matéria seca pode-se estimar os nutrientes presentes no alimento (carboidratos, proteínas, gorduras, minerais e vitaminas).

#### **3.5.1.2 MATÉRIA MINERAL (MM) OU CINZAS (CZ)**

Cinza é o nome dado ao resíduo obtido por aquecimento em temperatura de 550°C – 600°C. Matéria orgânica é o material que desaparece com a queima (PRATES, 2007), sendo estimada pela diferença entre MS e MM. A partir das cinzas pode-se determinar os teores de minerais como cálcio e fósforo (SALMAN et al., 2010). A mesma amostra utilizada na determinação de matéria seca pode ser utilizada para estimar o valor da matéria mineral, sendo levada ao forno mufla por 4 horas.

#### **3.5.1.3 PROTEÍNA BRUTA (PB)**

A determinação de proteína bruta é feita indiretamente a partir do valor de nitrogênio total (N). O método é composto de três fases: digestão, destilação e titulação. É baseado em uma digestão ácida, onde o nitrogênio da amostra se transforma em amônio ( $\text{NH}_4$ ), e que posteriormente é separado por destilação e por fim dosado pela titulação (GOES; LIMA, 2010).

O método Kjeldahl (1883) é o mais utilizado, determinando o nitrogênio contido na matéria orgânica e incluindo compostos nitrogenados não protéicos, como: aminas, amidas, lecitinas, nitrilas, aminoácidos; e o nitrogênio propriamente dito (SILVA; QUEIROZ, 2002). Então, proteína bruta significa o nitrogênio total contido em um material analisado, multiplicado pelo fator 6,25 (valor este correspondente às proteínas dos alimentos vegetais), segundo o método de Kjeldahl. (FORTES, 2011).

#### **3.5.1.4 EXTRATO ETÉREO (EE)**

As gorduras ou lipídios são insolúveis em água, porém são solúveis em solventes orgânicos (éter sulfúrico, éter de petróleo, clorofórmio, benzeno, etc.). Os lipídios fornecem 2,25 vezes mais energia que os carboidratos, por esse motivo, alimentos com maior teor de gordura são considerados mais energéticos (SILVA; QUEIROZ, 2002).

O princípio para determinação de extrato etéreo consiste em sujeitar a amostra do alimento à extração em aparelho do tipo Soxhlet, com solventes como, por exemplo, o éter, seguido da remoção por evaporação do solvente.

Saber o teor de extrato etéreo presente no alimento é muito importante quando relacionado ao armazenamento do alimento, uma vez que a gordura constitui uma fração instável e é passível de rancificação (FORTES, 2011).

#### **3.5.1.5 FIBRA BRUTA (FB)**

A fibra bruta representa o resíduo de substância da parede celular (GOES; LIMA, 2010). Tipicamente a FB consiste principalmente de celulose com pequenas quantidades de lignina, hemicelulose (NEUMANN, 2002) e carboidratos estruturais. Os alimentos considerados volumosos geralmente apresentam valor superior a 18% de fibra bruta em sua composição.

São considerados os constituintes mais importantes na nutrição e alimentação de ruminantes, pelo fato de serem os mais abundantes na MS de carboidratos, compreendendo a maior porção da parede celular das células vegetais. Devido às características nutricionais, a fibra é um agregado de compostos que mais influencia a dinâmica digestiva nos animais ruminantes, pois estes componentes estruturais são degradados lentamente (ALVES et al., 2008).

Para sua determinação, a análise é realizada a partir de uma amostra seca do alimento que foi desengordurada na análise de extrato etéreo. Segundo RODRIGUES (2009), do ponto de vista químico, fibra bruta é a parte dos carboidratos resistente ao tratamento sucessivo com ácido e base diluídos. Nos ruminantes, a fibra bruta apresenta um importante papel na motilidade, na ruminação e na produção dos ácidos graxos voláteis.

#### **3.5.1.6 EXTRATIVO NÃO NITROGENADO (ENN)**

É representado pelos carboidratos não estruturais mais digestíveis, como os açúcares, o amido e a pectina (SALMAN, et al. 2010), sendo obtidos por meio de cálculos. Porém, a equação utilizada para calcular o ENN apresenta os erros das demais análises, principalmente da fibra bruta.

$ENN = 100 - (\%umidade + \%PB + \%FB + \%EE + \%MM)$ , proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo e matéria mineral expressos em porcentagem de MS.

### **3.5.1.7 NUTRIENTES DIGESTÍVEIS TOTAIS (NDT)**

Desenvolvido em 1910 por Henry e Morrison, o sistema NDT expressa o valor energético dos alimentos podendo ser calculado utilizando as equações para estimar a digestibilidade de cada um dos nutrientes (SALMAN et al., 2010). Através da determinação química pode-se estimar o teor de nutrientes digestíveis totais, sendo baseada dentro do método de Weende, dos componentes orgânicos do alimento, e do conhecimento dos correspondentes coeficientes de digestibilidade (RODRIGUES, 2009).

### **3.5.2 MÉTODO DE VAN SOEST**

O Método de Van Soest (1967) considera que os constituintes das plantas podem ser divididos em conteúdo celular (lipídios, compostos nitrogenados, gorduras, amido e outros compostos solúveis em água) e parede celular (proteína insolúvel, hemicelulose, celulose e lignina) (SALMAN et al., 2010). Baseia-se na separação das diversas frações constituintes principalmente das forrageiras, por meio de reagentes específicos, denominados como detergentes (GOES; LIMA, 2010).

O que o diferencia de Weende é em relação à análise de fibra (VAN SOEST, 1994), a qual é subdividida em fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

#### **3.5.2.1 FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (FDN)**

GOERING; VAN SOEST (1970) publicaram na década de 60 um trabalho em que demonstrava qual o método desenvolvido para a determinação da fibra em detergente neutro nos alimentos. Para a análise de fibra em detergente neutro são utilizados reagentes, segundo VAN SOEST; WINE (1967), porém eles acabam não dissolvendo as frações indigestíveis ou lentamente digestível dos alimentos, sugerindo que esse método, no aspecto nutricional, separa melhor os diversos componentes das frações fibrosas dos alimentos.

O método de análise de FDN consiste em expor a amostra à uma solução de detergente neutro, após essa exposição é realizada filtragem onde é separado o conteúdo celular, solúvel, da parede celular ou FDN. Esse conteúdo celular é constituído de amido, proteínas, lipídeos e outros compostos com alta digestibilidade (FORTES, 2011). Segundo ALVES (2016) a fibra em detergente neutro é composta por hemicelulose, celulose e lignina.

FORTES (2011) disserta também que a FDN está relacionada indiretamente com o consumo voluntário: quanto menor for a percentagem de fibra em detergente neutro, maior será o consumo voluntário. É uma medida do conteúdo total de fibra insolúvel do alimento e constitui o parâmetro mais utilizado para o balanceamento de dietas uma vez que interfere na qualidade da mesma.

### **3.5.2.2 FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO (FDA)**

A fibra em detergente ácido é composta da porção de menor digestibilidade da parede celular, sendo constituída pela celulose e lignina. A sua determinação é importante quando se deseja avaliar a digestibilidade dos alimentos, pois quanto maior a sua presença, a sua digestibilidade e concentração energética é reduzida (LUIZ, 2016). Para evitar a solubilização da lignina que ocorre na FB, VAN SOEST (1967) desenvolveu o método que não utiliza álcali para isolar a fibra.

O método de análise de FDA consiste na utilização de solução de detergente ácido, devido a esse fator, a celulose e hemicelulose solubilizam-se e a lignina acaba sendo separada por filtragem (SALMAN et al., 2010). Esse método pode ser usado também como um passo preparatório para a determinação da lignina, nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), celulose e sílica (VAN SOEST et al., 1994).

### **3.5.2.3 LIGNINA**

É apontada como a fração menos digestível da forragem. É considerada indigerível e inibidora da digestibilidade das plantas forrageiras e com o aumento da maturidade fisiológica das plantas, seu teor aumenta (VAN SOEST, 1994). A lignina não é um carboidrato, mas é um componente da parede celular e ao mesmo tempo, o principal fator que limita a sua disponibilidade como alimento para os herbívoros (MEDEIROS; MARINO, 2015).

#### **3.5.2.4 NITROGÊNIO INSOLÚVEL EM DETERGENTE NEUTRO (NIDN) E DETERGENTE ÁCIDO (NIDA)**

O nitrogênio insolúvel em detergente neutro é digestível e solúvel em detergente ácido, porém, é de lenta degradação no rúmen. E o nitrogênio insolúvel em detergente ácido pode atrapalhar a digestão da proteína bruta por estar associado com a lignina, por ser resistente e praticamente indigestível (LICITRA; HERNANDEZ; VAN SOEST, 1996).

#### **3.5.2.5 HEMICELULOSE (HEM) E CELULOSE (CEL)**

Segundo NEUMANN (2002) a hemicelulose quando em células mais maduras, encontra-se associadas à lignina, tornando-se indisponíveis a solubilização. Sua concentração é em torno de 10 a 25% de matéria seca das forragens (GIGER-REVERDIN, 1995). São divididas em quatro subgrupos: xilanas,  $\beta$ -glicanas, xiloglicanas e mananas; entre elas apresentam diferença estrutural e são nomeadas conforme o monossacarídeo predominante (GOODWIN; MERCER, 1988).

A celulose é o principal constituinte da maioria das paredes celulares, sendo o polissacarídeo mais abundante na natureza (MCDOUGALL et al., 1993), seu teor apresenta uma variação entre 20 a 40% na base seca de plantas superiores, mas em outras partes diferentes da planta ou subprodutos vegetais, esta variação pode se tornar mais ampla (VAN SOEST, 1994).

#### **3.5.2.6 CARBOIDRATOS TOTAIS (CT) E CARBOIDRATOS NÃO FIBROSOS (CNF)**

Os carboidratos correspondem entre 70 e 80% das rações para os ruminantes, sendo fundamentais para suprir exigências em energia, síntese de proteína microbiana e da saúde animal (MERTENS, 1996). Segundo SILVA et al. (2014) os carboidratos não fibrosos apresentam fácil digestão pelos animais ruminantes e são constituídos de ácidos orgânicos, mono e oligossacarídeos, amido e outros carboidratos com exceção da hemicelulose e celulose que são fibrosos.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 EXPERIMENTO

O trabalho de pesquisa foi conduzido na Estação Experimental Agronômica (EEA) e no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, ambos pertencentes à Faculdade de Agronomia da UFRGS. A EEA está localizada no município de Eldorado do Sul, no km 146 da Rodovia BR-290, a 30°05'52" de Latitude Sul, 51°39'08" de Longitude Oeste, Rio Grande do Sul.

Após a chegada do material na EEA, parte do bagaço de azeitona foi separado e ensilado. A ensilagem do material foi feita em silos de vidros experimentais, de altura média aproximada de 10 cm, com um peso vazio de 140 gramas em média e com o peso cheio médio de 383 gramas.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos experimentais para a silagem e quatro repetições, contabilizando 12 silos experimentais:

T1 – 100% Bagaço de azeitona (abertura com 35 dias);

T2 – 100% Bagaço de azeitona (abertura com 50 dias);

T3 – 100% Bagaço de azeitona (abertura com 70 dias);

seguindo o modelo estatístico abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}, \text{ onde:}$$

$Y_{ij}$  = variável observada (nutrientes: MS, MM, PB, ...);

$\mu$  = efeito da média geral;

$t_i$  = efeito do tratamento (dias de abertura);

$e_{ij}$  = erro experimental (resíduo).





**Figura 3** – Silo experimental de vidro com bagaço de azeitona.

Fonte: Autor, 2019.

Após enchimento dos vidros com o bagaço de azeitona, os mesmos foram fechados a fim de impedir a entrada de ar, identificados com etiquetas e armazenados em local coberto.



**Figura 4 – Silos experimentais identificados.**

Fonte: Autor, 2019.

Os silos experimentais ficaram armazenados a temperatura ambiente e em local sob proteção da luz solar e de chuvas.

## 4.2 ANÁLISES QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS DO BAGAÇO DE AZEITONA IN NATURA

O bagaço de azeitona que foi utilizado no experimento é oriundo da Olivas do Sul, empresa com sede em Cachoeira do Sul, município situado a 205 km da capital

do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. O método de extração do azeite de oliva realizado na empresa é o de duas fases, em que é gerado azeite de oliva e bagaço úmido.

Antes da realização do experimento, foi analisada a composição químico-bromatológica do bagaço *in natura*. Foi avaliado também o valor do pH do mesmo. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

### **4.3 ANÁLISES QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS DA SILAGEM DO BAGAÇO DE AZEITONA**

A abertura dos silos experimentais foi feita no laboratório de acordo com o período de cada tratamento (35, 50 e 70 dias) e assim que abertos, parte do bagaço foi retirado caso apresentasse algum bolor ou degradação. Logo após foram realizadas avaliações de temperatura e pH em todas as amostras. Ao total, foram cinco medidas com intervalos de uma hora entre cada medição.

Para a avaliação de pH, foram retiradas em torno de 30 gramas de amostra a cada medição, sendo colocadas com filtro de nylon dentro de um *falcon* e posteriormente acomodadas em centrífuga para iniciar o processo de extração do suco da amostra. O tempo de centrifugação foi de um minuto a 1500 rpm.

Após a centrifugação do material, obteve-se o suco da amostra e foi inserido o pHmetro onde se teve o valor do pH referente a amostra. Simultaneamente com a avaliação do pH e de temperatura foram observados a coloração e o odor do material ensilado e anotados em planilha conforme mostra a figura 5.

Coloração escala de 5 padrões

Coloração	T5 - 100% Bagaço de azeitona (abertura com 35 dias);						
	Horas						
Repetição 1	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30
Amarelo claro							
Amarelo escuro	X	X	X	X			
Esverdeado							
Marrom					X		
Preto							
Coloração	T5 - 100% Bagaço de azeitona (abertura com 35 dias);						
Repetição 2	Horas						
	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30
Amarelo claro							
Amarelo escuro							
Esverdeado							
Marrom	X	X	X	X	X		
Preto							
Coloração	T5 - 100% Bagaço de azeitona (abertura com 35 dias);						
Repetição 3	Horas						
	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30
Amarelo claro							
Amarelo escuro							
Esverdeado	X	X	X	X			
Marrom	X	X	X	X	X		
Preto							
Coloração	T5 - 100% Bagaço de azeitona (abertura com 35 dias);						
Repetição 4	Horas						
	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30
Amarelo claro	X						
Amarelo escuro							
Esverdeado							
Marrom		X	X	X	X		
Preto							
Coloração	100% Bagaço de azeitona (abertura com 35 dias);						
Pote de Sorvete	Horas						
	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30

Figura 5 – Planilha de avaliação.

Fonte: Autor, 2019.

Terminadas as medições de pH e temperatura, iniciou-se a realização das análises químico-bromatológicas. As amostras foram distribuídas em pratos identificados conforme a numeração dada no caderno de registros do laboratório, e por se tratar de um alimento volumoso, fez-se secagem das amostras em estufa a 60°C. Como continuação do procedimento, essa numeração do laboratório foi colocada em planilha onde constava as anotações de pesos. Esses pesos eram: peso do prato vazio e peso total (prato + amostra). Os pratos foram então colocados na estufa de ar forçado, a uma temperatura de 60°C onde permaneceram por 72 horas até as amostras se encontrarem devidamente secas e que o peso da amostra se encontrasse constante para seguir para o processo de moagem.

Foram moídas em moinho Tecnal Multiuso (modelo TE-631/4), o mesmo é utilizado para moagem de rações, grãos e alimentos em geral.

As análises realizadas na silagem foram matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo, proteína bruta e fibra bruta, seguindo procedimentos descritos pela AOAC

(1996), com adaptação por PRATES (2007). As determinações fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina, seguiram a metodologia sequencial descrita por VAN SOEST (1994), com adaptação para o método ANKOM (2017). Nitrogênio insolúvel em detergente neutro e nitrogênio insolúvel em detergente ácido, foram determinados utilizando-se os resíduos de FDN e FDA, respectivamente, seguindo o mesmo método de determinação da proteína bruta, segundo SILVA; QUEIROZ (2002). A hemicelulose (HEM) foi calculada pela diferença entre fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido: FDN – FDA; e a celulose (CEL) determinada pela diferença entre fibra em detergente ácido e lignina: FDA – LIG.

Todas análises foram realizadas em triplicata. O cálculo de determinação dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi feito conforme o do laboratório. Os carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados conforme equações propostas por SNIFFEN et al. (1992):

- **CT** = 100 – (PB% + EE% + MM%);
- **CNF** = 100 – (PB% + EE% + MM% + FDN%).

O teor de matéria seca foi determinado por secagem à 105°C durante 12 horas (AOAC, método no. 930.15, 1996; adaptado por PRATES, 2007), onde foram pesados duas gramas de amostra em cadinhos de porcelana secos. Através do material da matéria seca, foi realizada a análise da matéria mineral (AOAC, método no. 942.05, 1996; adaptado por PRATES, 2007), em que a amostra seca e pesada no cadinho de porcelana foi inserida em forno mufla a 600°C por quatro horas e posteriormente pesados os cadinhos com o resíduo mineral.

Para determinação da proteína bruta (AOAC, método no. 984.13, 1996; adaptado por PRATES, 2007), foram pesados 0,2 gramas de amostra seca em tubos de vidro, adicionado ácido sulfúrico e catalisador para a digestão em bloco digestor a uma temperatura de 350°C por três horas. Após a digestão, foi adicionada água destilada nesses tubos e logo em seguida destilados em aparelho destilador de proteína. A titulação, última etapa da análise de PB, determina a quantidade de nitrogênio presente na amostra.

A análise de extrato etéreo foi realizada através de amostra seca a 105°C por 12 horas e duas gramas dessa amostra foram pesadas em pacotinhos de papel (AOAC, método no. 920.39, 1996; adaptado por PRATES, 2007). Esses pacotinhos

foram colocados em balões com éter de petróleo para que fosse extraído a gordura da amostra.

Foi realizada a análise de fibra bruta através do aparelho ANKOM, onde foram colocadas bolsas filtro F58 pesadas com uma grama de amostra. O procedimento de digestão ocorreu primeiramente com a adição da solução ácida e depois, solução básica. As bolsas filtro foram para estufa a 105°C por 12 horas, pesadas e posteriormente colocadas em cadinhos de porcelana para irem a mufla, a uma temperatura de 600°C por quatro horas, com o objetivo de queimar e obter apenas o resíduo da bolsa filtro para pesagem.

Fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina foram realizadas em sequência, sendo apenas FDN e FDA no aparelho ANKOM. Para isso, foram utilizadas bolsas filtro F57, pesadas em torno de 0,5 gramas de amostra e depois seladas. Através do ANKOM, tem-se o processo de digestão e filtragem, portanto, para FDN foi colocado solução detergente neutro no aparelho, e para FDA, solução detergente ácido. A determinação de lignina (AOAC, método no. 973.18, 1996; adaptado por PRATES, 2007) é feita a partir de análise com o resíduo da fibra em detergente ácido. O resíduo é colocado em solução com concentração de 72% de ácido sulfúrico durante três horas e seu cálculo é feito através de correção para cinzas. Esse método de determinação da lignina é feito para eliminação de polissacarídeos como a celulose e polioses que constam nos tecidos vegetais, através da hidrólise dos mesmos e a lignina sendo determinada gravimetricamente a partir do resíduo insolúvel (MARABEZI, 2009).

As análises de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e em detergente ácido são realizadas através do resíduo das análises de FDN e FDA. Por isso, o processo inicial é semelhante, pesagem em bolsas filtro F57 e posteriormente colocadas no ANKOM para digestão e filtragem. Os resíduos de FDN e FDA foram retirados das bolsas filtro e pesadas em tubos de ensaio para o procedimento igual ao da determinação da proteína bruta, onde encontrava-se o nitrogênio que constava na amostra, o insolúvel a detergente neutro e o insolúvel a detergente ácido.

Os valores de hemicelulose, celulose, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos foram obtidos através dos cálculos apresentados anteriormente. A determinação de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi feita através do cálculo apresentado abaixo:

- $NDT = 21,9391 + 1,0538 \times PB + 0,9736 \times ENN + 3,0016 \times EE + 0,459 \times FB$ ;

Esta equação consta no laboratório para alimentos volumosos.

#### **4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados foram analisados utilizando o programa estatístico RStudio para as análises de variância e regressão, obtendo dados para cada tratamento (aberturas de silagem 35, 50 e 70 dias). Para a comparação das médias, entre os três tratamentos, foi utilizado o teste TStudent a 5% de probabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 consta os valores médios da composição bromatológica, obtidos através dos métodos de referência, do bagaço de azeitona *in natura* e da silagem de bagaço de azeitona (média dos três tratamentos) além do coeficiente de variação (CV%).

**Tabela 1** – Composição químico-bromatológica do bagaço de azeitona *in natura* e da silagem do bagaço de azeitona com coeficiente de variação (MS%).

Variáveis	Bagaço Azeitona		CV(%)
	<i>In natura</i>	Silagem	
MS	30,21b	36,76a	2,35
MO	97,55a	97,03b	0,18
PB	6,07b	8,59a	8,53
EE	22,98	20,39	9,51
FB	32,85	46,73	13,22
FDN	52,60	56,30	11,29
FDA	38,55	43,13	13,46
LIG	20,68	22,69	18,03
NIDN	0,32	0,62	5,48
NIDA	0,40	0,95	2,84
HEM	14,05	13,17	27,12
CEL	17,87	20,43	24,81
CT	68,50	68,04	0,23
CNF	15,70	11,74	1,98
NDT	91,18	90,62	27,26

Médias seguidas de letras diferentes na linha, diferiram pelo teste T Student ao nível de 5%.

MS: Matéria seca; MO: Matéria orgânica; PB: Proteína bruta; EE: Extrato Etéreo; FB: Fibra bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; LIG: Lignina; NIDN: Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA: Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; HEM: Hemicelulose; CEL: Celulose; NDT: Nutrientes digestíveis totais; CT: carboidratos totais e CNF: Carboidratos não fibrosos; CV (%): Coeficiente de variação

Conforme NUSSIO et al. (2001), para uma silagem de qualidade, os teores de MS devem estar entre 30 a 35%, sendo encontrados no presente trabalho os teores de 30,21% para o bagaço de azeitona *in natura* e de 36,76% para silagem de bagaço.



É possível observar que a silagem do bagaço apresentou maior valor de MS quando comparado com o bagaço *in natura*, conforme consta na tabela 1. Segundo SILVA et al. (2013), com o aumento da MS na silagem, diminui as perdas por efluente e o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, fatores que caracterizam silagens de baixa qualidade. A diminuição de MO entre o bagaço *in natura* para a silagem pode estar relacionada a deterioração da silagem.

Para um bom funcionamento ruminal e, conseqüentemente, um bom desempenho, o mínimo exigido de proteína bruta na silagem é de 7% (NETO et al., 2007). No presente estudo, a silagem apresentou o teor de proteína bruta superior ao recomendado pelos autores. Quando o valor de PB é inferior a 7%, ocorre redução na digestão devido ao suprimento inadequado de nitrogênio para os microrganismos do rúmen e como consequência diminuindo a ingestão da massa seca, conforme VAN SOEST (1994), citado por BARROS (p. 24,2010). Em relação a PB, o valor médio da silagem de bagaço de azeitona foi superior ao encontrado por ZOPOLLATO; SARTURI (2009), que demonstraram uma média de 7,50% de PB para silagens de milho que foram descritas através de diversos estudos. Devido a este fator, por se tratar de um resíduo agroindustrial, a silagem do bagaço de azeitona pode ser utilizada por apresentar teor de proteína semelhante e até maior que o encontrado na tradicional silagem de milho.

O alto teor de EE é considerado uma ótima fonte de energia, porém o seu fornecimento para os animais deve ser limitado devido à redução da digestibilidade da fibra no rúmen. De acordo com NIAOUNAKIS; HALVADAKIS (2006) citado por HOCH (2017, p. 71), a concentração de EE do bagaço serve como barreira a degradação anaeróbica do mesmo, o que poderia caracterizar-se como aspecto positivo no processo de ensilagem para a conservação da massa ensilada. Pode-se observar esta vantagem através da alteração discreta na matéria orgânica deste estudo. É necessário atenção para ensilamento deste material devido ao alto teor de gordura, pois o material acaba oxidando mais rapidamente e com isso seu tempo de armazenamento torna-se reduzido.

O valor de FDN é relativamente alto, sendo teores de FDN superiores a 55% da matéria seca correlacionados negativamente ao consumo e à digestibilidade da silagem de acordo com VAN SOEST (1994), citado por PEREIRA (p.13, 2003). Fibra em detergente neutro é uma medida do conteúdo total de fibra insolúvel do alimento e constitui o parâmetro mais usado para o balanceamento de dietas (HOCH, 2017).

Constituída de celulose e lignina, a fibra em detergente ácido é indicativo da quantidade de material indigestível (lignina) ou de lenta digestão à nível ruminal (celulose), segundo VAN SOEST (1994) citado por HOCH (2017, p.74). Os valores de FDA foram relativamente altos para os dois tipos de alimento. A FDA indica a digestibilidade e o valor energético do alimento, portanto, quanto menor o teor FDA, maior a energia presente no alimento (SILVA; QUEIROZ, 2002).

De acordo com VAN SOEST (1994), a lignina é uma fração que se mantém inalterada durante o processo fermentativo, já que ela é indigestível para ruminantes. Neste estudo as frações alteraram suas médias em todos os tempos, que é justificável devido o consumo de outros nutrientes, então proporcionalmente houve aumento deste componente. Seu alto valor deve-se à presença do caroço encontrado no bagaço, pois o caroço é material ligno-celulósico, que possui como componentes principais a hemicelulose, celulose e lignina (PORTAL DA MADEIRA, 2010).

A presença de celulose no bagaço de azeitona deve-se à alta proporção de xilanas e outros polissacarídeos, fazendo com que a mesma seja altamente suscetível a ação hidrolítica de enzimas e potencialmente utilizável para produção de energia, conforme NIAOUNAKIS; HALVADAKIS (2006) citado por HOCH (2017, p.74). De acordo com SARATALE et al. (2012), a hemicelulose tem como principal constituinte a xilana, e a degradação da mesma depende de enzimas com diferentes especialidades e modos de ação (HOCH, 2017). São secretadas por microrganismos ruminais (VAN SOEST, 1994) e por fungos filamentosos (BISWAS et al., 2010). Então, a alteração que ocorreu no teor de hemicelulose deve-se à ação das xilanases na hemicelulose, pois apresentou (mesmo que pouco) o crescimento de fungo filamentosos e leveduras na massa ensilada (HOCH, 2017).

Os carboidratos totais apresentaram redução de teor entre o bagaço *in natura* para silagem devido ao consumo dos carboidratos não fibrosos pelos microrganismos para a produção de ácidos orgânicos e a redução do pH (HOCH, 2017).

O alto valor de NDT apresentado tanto no bagaço *in natura* quanto na silagem do bagaço de azeitona superam aos valores observados em silagens de milho. Mas, com esses altos conteúdos de NDT não significa que a silagem seja de boa qualidade nutricional.

Avaliações de cor e odor foram subjetivas, a partir da observação da autora nos dias em que foram realizadas as aberturas dos silos. As Tabelas 2 e 3, apresentam a

frequência com que cada parâmetro foi notado nas medições visuais e olfativas do material ensilado.

A Tabela 2 demonstra que foi constante a observação da coloração marrom no bagaço de azeitona ensilado durante os três tratamentos. Esta oxidação deve-se à má compactação na ensilagem e também ao contato com o oxigênio a cada medição de pH e temperatura.

**Tabela 2** – Quantidade de observações da coloração da silagem do bagaço de azeitona a cada medição conforme os períodos do tratamento do experimento.

<b>COLORAÇÃO</b>	<b>TRAT 35</b>	<b>TRAT 50</b>	<b>TRAT 70</b>
<b>Amarelo Claro</b>	1	0	0
<b>Amarelo Escuro</b>	4	0	0
<b>Esverdeado</b>	3	12	15
<b>Marrom</b>	15	15	10
<b>Preto</b>	0	0	0

TRAT 35: tratamento com abertura aos 35 dias; TRAT 50: tratamento com abertura aos 50 dias; TRAT 70: tratamento com abertura aos 70 dias.

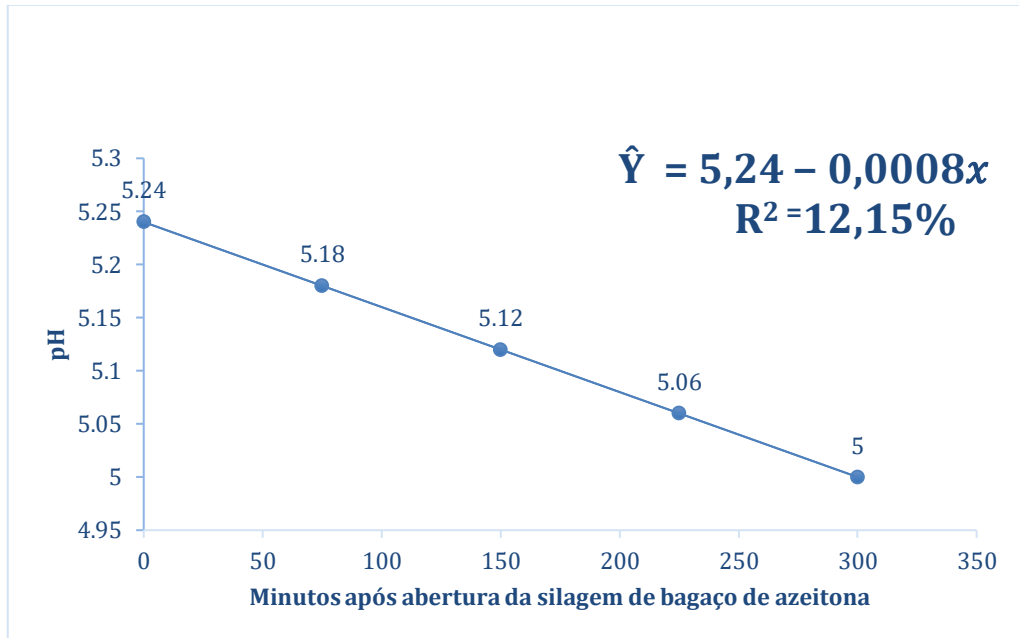
A Tabela 3 apresenta a diversidade de odores que foram observados a cada medição, prevalecendo o odor de azeitona para os diferentes tempos de abertura da silagem de bagaço de azeitona.

**Tabela 3** – Quantidade de observações do odor da silagem do bagaço de azeitona a cada medição conforme os períodos do tratamento do experimento.

<b>ODOR</b>	<b>TRAT 35</b>	<b>TRAT 50</b>	<b>TRAT 70</b>
<b>Acético</b>	5	7	5
<b>Adocicado</b>	4	0	0
<b>Alcoólico</b>	0	1	2
<b>Azeitona</b>	7	10	8
<b>Fraco</b>	3	3	4
<b>Mofado</b>	0	4	7
<b>Rancificado</b>	6	0	0

TRAT 35: tratamento com abertura aos 35 dias; TRAT 50: tratamento com abertura aos 50 dias; TRAT 70: tratamento com abertura aos 70 dias.

A temperatura não apresentou diferença significativa para os tempos de abertura da silagem do bagaço de azeitona, tendo uma média de 20,6 °C. A Figura 6 mostra a equação linear decrescente do pH da silagem de acordo com os tempos de abertura.



**Figura 6** – Equação linear do pH da silagem do bagaço de azeitona em tempos crescentes de abertura do silo experimental.

Ao longo das medições em cada silo, o valor do pH manteve um constante declínio. Os valores de pH encontrados neste trabalho foram maiores que o valor de pH da silagem de bagaço de azeitona aberta aos 60 dias, 4,76 (SILVA et. al., 2013); e a silagem do milho analisada por PILCH & SCHMIDT (2019), com média de valor de pH encontrada de 3,64.

Esses valores de pH, juntamente com o odor e coloração que foram observados, indicam a não ocorrência de apodrecimento da silagem e a apresentam uma boa fermentação apesar do seu pH não ter chegado ao ideal para uma silagem. Segundo NIAOUNAKIS; HALVADAKIS (2006), a dificuldade na redução dos valores de pH da silagem de bagaço de azeitona deve-se à elevada quantidade de compostos fenólicos presentes no bagaço, o que acaba elevando a capacidade tampão do material e inibe a atuação das bactérias lácticas no interior dos silos (HOCH, 2017).

Entretanto, apesar da presença de compostos fenólicos no bagaço de azeitona na dieta de ruminantes, a sua inclusão apresenta redução nas emissões de metano (KONDO et al., 2014), quando limitada em 100g/kg MS (JAYANEGARA et al., 2011).

A Tabela 4 mostra a equação de regressão de cada variável feita através dos dados obtidos das análises bromatológicas.

**Tabela 4** – Equação de regressão, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e coeficiente de variação (CV%) para a composição bromatológica da silagem do bagaço de azeitona em diferentes tempos de abertura de silos experimentais.

<b>Equação de regressão</b>	<b>P&gt;F</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>CV%</b>
MS = 38,17 – 0,0273 <i>x</i>	0,0019	0,2479	1,89
MM = 2,86 + 0,0021 <i>x</i>	0,0348	0,0605	0,13
EE = 18,32 + 0,04009 <i>x</i>	0,0042	0,1456	5,50
FDN = 61,23 – 0,00952 <i>x</i>	0,0534	0,1183	6,29
FDA= 49,97 – 0,1324 <i>x</i>	0,0100	0,2147	8,63
CEL = 30,5060 – 0,1949 <i>x</i>	0,0001	0,5398	11,65
NIDN = 0,3068 + 0,0064 <i>x</i>	0,0100	0,1837	37,43
NIDA = 0,1697 + 0,0149 <i>x</i>	0,0001	0,3814	25,57
NDT = 80,34 + 0,1990 <i>x</i>	0,0001	0,4955	2,69

Teste TStudent a um nível de 5% de probabilidade.

MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; EE: Extrato Etéreo; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; CEL: Celulose; NIDN: Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA: Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; NDT: Nutrientes digestíveis totais.

Com exceção da FDN, todas as outras variáveis apresentaram alterações significativas ( $P < 0,05$ ). As variáveis matéria seca, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e celulose, apresentaram equação linear decrescentes com os dias de abertura da silagem de bagaço de azeitona. No entanto, a silagem de bagaço de azeitona apresentou equação linear crescente para as variáveis: matéria mineral, extrato etéreo, nitrogênio insolúvel em detergente neutro, nitrogênio insolúvel em detergente ácido e nutrientes digestíveis totais, nos diferentes tempos de abertura dos silos. A celulose foi a de maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ) entre as variáveis apresentadas.

SILVA et al. (2013) encontraram valores de MS (28,2%), EE (13,36%), MM (2,97%), PB (7,82%), FB (46,18%), CT (75,23%), FDN (76,02%) e FDA (68,21%) em estudo feito com silagem de bagaço de azeitona com silo aberto aos 60 dias.

A silagem apresentou conteúdo de matéria seca superior ao descrito por SILVA et al. (2013), sugerindo então uma maior eficiência em absorção da umidade. O teor de PB encontrado foi maior que o do autor, podendo estar relacionado com a degradação proteica realizada pelas bactérias proteolíticas, cuja atividade é favorecida em ambientes com pH superior a 4,5 (BARON et al., 1986).

Os teores de FDN e FDA deste trabalho e os apresentados por SILVA et al. (2013) são relativamente altos devido a presença de caroço no resíduo e também a variação da sua composição conforme a maturidade do fruto. Entretanto, o bagaço de azeitona é considerado um bom alimento para os animais ruminantes por conta do seu teor de fibra.

Devido à elevada concentração do EE na silagem, a silagem deve ser fornecida aos animais logo após a sua retirada do silo a fim de evitar perdas por degradação do material ensilado.

## 6 CONCLUSÃO

A inclusão de bagaço de azeitona na dieta dos animais ruminantes, principalmente em forma de silagem, é uma alternativa onde há cultura da oliveira e processamento de azeitonas nas proximidades, que acaba ocasionando na produção de resíduos e subprodutos que são capazes de serem reaproveitados tanto na produção de energia quanto na alimentação animal.

A ensilagem do bagaço de azeitona apresentou resultados positivos quanto a eficiência dos processos fermentativos que impedem a deterioração do material e a conservação da qualidade nutricional do alimento. Porém, deve ser feita uma baixa inclusão na dieta dos ruminantes, devido ao seu alto teor de gordura que pode acarretar em alterações no rúmen se adicionado em excesso, apesar da sua alta concentração em fibras. Para isso, seria necessário fazer um estudo estimando a digestibilidade, com o fornecimento do alimento para os animais.

Dentre os períodos de abertura que foi objeto de estudo, pode-se dizer que o de melhor resposta ao que foi proposto seria o de abertura aos 50 dias, pois através de análises bromatológicas apresentou teores ideais de fibra que são importantes para os ruminantes, apresentando também níveis de NDT e PB semelhantes ao de uma silagem de milho, demonstrando ser uma boa alternativa por ser um subproduto oriundo da indústria.

Através dos resultados obtidos, observa-se que o bagaço de azeitona é uma alternativa na alimentação dos animais ruminantes principalmente no período crítico de vazio forrageiro. Também é uma forma de reaproveitamento desse material, pois o bagaço de azeitona é uma ótima fonte de energia, que se encontra em grande quantidade no Rio Grande do Sul devido ao crescimento da produção de azeite de oliva no estado, diminuindo assim o seu descarte irregular e impactos ambientais, tornando mais sustentável a produção pecuária na região.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA, 2005). **Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005.** Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/RDC\\_n\\_270](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/RDC_n_270)> Acesso em: 27 de dez. 2019.

AGUIAR, D. **É hora de abrir o silo.** EMBRAPA, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1784037/e-hora-de-abrir-o-silo>>. Acesso em: 27 dez. 2019.

ALBA, J. M. F.; FLORES, C. A.; WREGE M. S. **Zoneamento edafoclimático da olivicultura para o Rio Grande do Sul.** Brasília: Embrapa, 2013.

ALCAIDE, E. M.; RUIZ, D. Y. Potential use of olive by-products in ruminant feeding: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 147, n. 1, p. 247-264, 2008.

ALCAIDE, E. M. et al. Chemical composition and nitrogen availability for goats and sheep of some olive by-products. **Small Ruminant Research**, v. 49, n. 3, p. 329-336, 2003.

ALMEIDA, J. C. C. **Avaliação das características agronômicas e das silagens de milho e de sorgo cultivados em quatro densidades de semeadura.** 2000. 82f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP Jaboticabal.

ALVES, A. A. et al. Avaliação de Alimentos para Ruminantes no Nordeste do Brasil. 2008. In: I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal Fortaleza-CE. **Anais do I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal.** Fortaleza, 2008.

ALVES, A. R. et al. **Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional.** 2016. v. 10, n.7, p. 568-579, jul., 2016.



AMARAL, R. C. et al. Estabilidade aeróbia de silagens de capim marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 977-983, 2008.

ANKOM. **Acid Detergent Fiber in Feeds – Filter Bag Technique (For A200 and A2000)**. 2017.

ANKOM. **Crude Fiber Analysis in Feeds – Filter Bag Technique (For A200, A200I, A2000 and A2000I)**. 2017.

ANKOM. **Neutral Detergent Fiber in Feeds – Filter Bag Technique (For A200 and A2000)**. 2017.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). 1996. **Official Methods of Analysis**. 16<sup>o</sup> ed. v.1. AOAC International, Washington.

AUED-PIMENTEL, S.; TAKEMOTO, E.; KUMAGAI, E. E.; CANO, C. B. Determinação da diferença entre o valor real e o teórico do triglicerídeo ECN 42 para a detecção de adulteração em azeites de oliva comercializados no Brasil. **Revista Química Nova**, v.31, p.31-34, 2008.

BARON, V. S.; STEVENSON, K. R.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Proteolysis and fermentation of grain-corn ensiled at several moisture levels and under several simulated storage methods. **Canadian Journal Animal Science**, v.66, p.451–461, 1986.

BARROS, I. C. de. **Composição bromatológica de cultivares do capim *buffel* em diferentes estações do ano submetidos à adubação nitrogenada**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2010.

BEEFPOINT EDUCAÇÃO. **A silagem de milho é a melhor opção de volumoso suplementar?** Conservação de forragens. 2004. Disponível em:

<<https://www.beefpoint.com.br/a-silagem-de-milho-e-a-melhor-opcao-de-volumoso-suplementar-21859/>>. Acesso em: 18 de out. 2019.

BERCHIELLI, T. T. et al. Avaliação da determinação da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido pelo sistema ANKOM. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1572-1578, 2001.

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; AMARAL, R. C. Chemical and microbiological changes and aerobic stability of marandu grass silages after silo opening. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.1, p.1-8, 2009.

BISWAS, R. et al. Bioprocess strategies for enhanced production of xylanase by *Melanocarpus albomyces* IITD3A on agro-residual extract. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 110, p. 702-708, 2010.

BÖHMER, B. W. **Potencial antimicrobiano e antitumoral de compostos fenólicos extraídos do bagaço oriundo da obtenção de azeite de oliva (*Olea europea* L.)**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

BOLAÑOS, J. F. et al. Total recovery of the waste of two-phase olive oil processing: isolation of addedvalue compounds. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, n.52, 5849-5855 p, 2004.

BRITO, R. F. **Extração do Azeite: Extração e Caracterização de Compostos Bioativos do Bagaço de Azeitona**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Algarve, Faro, 2016.

CARDOSO, E. G.; SILVA, J. M. **Silos, silagem e ensilagem**. Embrapa Gado de Corte: Campo Grande, 1995.

CARVALHO, A. P. S. **Uso de inoculante microbiano e farelo de arroz na ensilagem de capim-mombaça**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2017.

CHIOFALO B. et al. Administration of olive cake for ewe feeding: effect on milk yield and composition. **Small Ruminant Research**, v. 55, n. 1, p. 169-176, 2004.

COAN, R. M. et al. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins Tanzânia e Marandú acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1502-1511, 2007.

COUTINHO, E. F.; RIBEIRO, F. C.; CAPPELLARO, T.H. **Cultivo de Oliveira (Olea europaea L.)**. Embrapa: Pelotas, 2009. 122 p.

CRUZ, G. M. da. Interpretação dos resultados de análises bromatológicas de silagens e outros ingredientes para ração. In: SEMANA DO ESTUDANTE, 14., 2000. São Carlos, **Anais...** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2000. p. 144-156.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, 2010.

DUARTE, J. C. et al. New approaches to olive mill wastes bioremediation. In: Corrigan J.D (Ed.). Olive Oil and Health, Chapter 11. **Nova Science Publishers Inc.**, p. 289-308, 2011.

ECHEVERRIA, A. D. et al. Conservação dos resíduos da poda de oliveiras na forma de silagem. **Revista de agricultura neotropical**, v. 2, n. 4, p. 7-13, 2015.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (EMATER). **Formigueiro sedia abertura da colheita da oliveira do RS**. Mar, 2019. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/multimedia/noticias/detalhe-noticia.php?id=29612#.XfRhXuhKjIV> Acesso em: 18 out. 2019.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero Panicum. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 12, Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.245-73.

FAO. Organizacion De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentacion. **Los subproductos del olivar em la alimentación animal em la cuenca del Mediterráneo.** Roma, 1985. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/X6545S/X6545S01.htm>> Acesso em: 18 out. 2019.

FORTES, B. D. A. **Métodos de avaliação de alimentos para aves.** 2011. In: Seminários aplicados – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

GALANAKIS, C. M. Olive fruit dietary fiber: components, recovery and applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 4, p. 175-184, 2011.

GARCIA, J. S. **Produção de oliveiras com foco na produção de azeite de oliva extravirgem – Olivas do Sul.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

GIGER-REVERDIN, S. Review of the main methods of cell wall estimation: interest and limit for ruminants. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 55, n. 4, p. 295-334, 1995.

GOODWIN, T. W.; MERCER, E. I. **Introduction to plant biochemistry.** 2 ed. Aberystwyth: Pergamon Press, 1988. 677 p.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. Forage Fiber Analyses (Apparatus, reagents, procedures, and some applications). USDA - ARS **Agriculture Handbook.** Washington: US Govt. Printing Office, 1970. 20 p.

GOES, R. H. T. B. de; LIMA, H. L. **Técnicas laboratoriais na análise de alimentos.** Dourados, Editora UFGD, 2010. 52p.

GÓMEZ, J. C. A. **Revolução Forrageira.** Guaíba, Editora Agropecuária Ltda., 1998. 96p.

GONÇALVES, D. F. et al. Composição centesimal do resíduo sólido oriundo da extração de azeite de oliva. In: 5ª Jornada Científica e Tecnológica e 2º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS. **Anais...** 2013. Inconfidentes/MG, 2013.

HARDER, J. **Análise da viabilidade técnica e econômica do cultivo de *Olea europaea* L. no Paraná.** 2015. Monografia (Especialização) Pós Graduação em Agronegócio – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

HOCH, G. C. **Silagens de alimentos alternativos para ruminantes.** 2017. Dissertação (Mestrado) – Fundação Universidade do Pampa, Uruguaiana/RS, 2017.

INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL (COI). International Olive Council. **Exports & Imports.** Dez, 2017. Disponível em: <<https://www.internationaloliveoil.org/what-we-do/economic-affairs-promotion-unit/#exports>>. Acesso em: 20 out. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Azeite de Oliva.** São Paulo. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/azeite.asp>>. Acesso em: 10 out. 2019.

JAYANEGARA, A.; LEIBER, F.; KREUZER, M. Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. **Jornal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 96, p. 365-375, 2011.

JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.

JÚLIO, L. R. C. - **Tratamento, caracterização química e estudo in vivo do bagaço de azeitona resultante da extração do azeite de oliva.** 2015. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG, 2015.

JÚNIOR, A. P. N. **Qualidade da silagem do resíduo do fruto de maracujá amarelo nas formas pura e em mistura com aditivos**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG, 2005.

KUNG, L. The effects of length of storage on the nutritive value and aerobic stability of silages. **International symposium on forage quality and conservation**. 2013. p.7-19. Campinas. Piracicaba: FEALQ, 2013.

KONDO, M. et al. Fermentation characteristics, tannin contents and in vitro ruminal degradation of green tea and black tea by-products ensiled at different temperatures. Asian-Australas. **Journal Animal Science**, v. 27, p. 937-945, 2014.

LICITRA, G.; HERNANDES, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.

LUIZ, A. **Análises bromatológicas em subprodutos para alimentação animal**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MANDARINO, J. M. G.; ROESSING, A. C.; BENASSI, V. de T. **Óleos: alimentos funcionais**. Londrina: Embrapa, 2005. 91 p.

MAGALHÃES, A. M. **Composição bromatológica da silagem de sorgo aditivada com a parte aérea do feijão catador (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

MARABEZI, K. **Estudo sistemático das reações envolvidas na determinação dos teores de lignina e holocelulose em amostras de bagaço e palha de cana-de-açúcar**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

MARCHESAN, R. et al. **Produção e composição química-bromatológica de Tifton 85 (*Cynodon dactylon L. Pers*) sob pastejo contínuo no período hibernar.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1933-1942, jul./ago, 2013.

MARTÍN GARCIA, A.I. et al. Chemical composition and nutrients availability for goats and sheep of two-stage olive cake and olive leaves. **Animal Feed Science and Technology.** p. 61-74, 2003.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. **The biochemistry of silage.** 2ª ed: Marlou:Chalcome, 1991, 340p.

MCDUGALL, G. J. et al. Plant fibres: chemistry and processing for industrial use. **Journal Science Food Agriculture.** London, v. 62, n. 1, p. 1-20, 1993.

MEDEIROS, R. M. L. Destinação e reaproveitamento de subprodutos da extração olivícola. 2016. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 2, abr./jun. p. 100-108, 2016.

MEDEIROS, S. R. de; MARINO, C. T. **Valor nutricional dos alimentos na nutrição de ruminantes e sua determinação.** Brasília: Embrapa Gado de Corte, 2015. 16 p.

MERTENS, D. R. Using fiber and carbohydrate analysis to formulate dairy rations. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1463-1481, 1996.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA, 2012). **Instrução Normativa nº 1, de 30 de janeiro de 2012 – Regulamento Técnico do Azeite de Oliva e do Óleo de Bagaço de Oliva.** Disponível em: <[http://www.azeiteonline.com.br/wp-content/uploads/2012/02/INSTRUÇÃO-Nº-1-DE-30-DE-JANEIRO-DE-2012\\_MAPA.pdf](http://www.azeiteonline.com.br/wp-content/uploads/2012/02/INSTRUÇÃO-Nº-1-DE-30-DE-JANEIRO-DE-2012_MAPA.pdf)>. Acesso em: 27 de dez. 2019.

NETO, B. M. C. et al. Composição químico-bromatológica da silagem de Tanzânia com níveis de farelo de trigo. 2007. III Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte. **Anais...** João Pessoa, Paraíba. 2007.

NETO, J. V. et al. **Aspectos técnicos da cultura da Oliveira**. EPAMIG: Belo Horizonte, 2008. 56 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 88).

NEUMANN, M. Avaliação, composição, digestibilidade e aspectos metabólicos da fibra. **Seminários...** Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2002.

NEUMANN, M. et al. Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partículas e da altura da colheita das plantas de milho. **Ciência Rural**. v. 37, n. 3, p. 847-854, 2007.

NIAOUNAKIS, M.; HALVADAKIS, C. P. **Olive Processing Waste Management Literature Review and Patent Survey**. In: Wast Management Series, Second. ed. v. 5. Elsevier, 2006. 498p.

NUSSIO, L. G. et al. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. 319p. p. 127-145.

PAGNANELLI, F. et al. Heavy metal removal by olive pomace: Biosorbent characterisation and equilibrium modelling. **Chemical Engineering Science**, 58(20), 4709 – 4717 ,2003.

PEREIRA, B. M. **Avaliação da qualidade da silagem de híbridos de milho (Zea mays. L.) cultivados no Distrito Federal**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

PEREIRA, J. R. E.; REIS, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas. 2001, Maringá. **Anais...** Maringá, UEM/CCA/DZO. 2001, p. 64-86.

PEREIRA, O. G.; SANTOS, E. M. Microbiologia e o processo de fermentação em silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. 3., Viçosa: UFV, 2006. **Anais...** Viçosa: UFV, p. 393-430, 2006.



PEREIRA, R. G. A. et al. Processos de ensilagem e plantas a ensilar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2008.

PILCH, M. R.; SCHMIDT, P. **Metodologias de avaliação do pH de silagens**. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zootecnia. Centro de Pesquisa em Forragicultura (CPFOR). Disponível em: <<http://www.ensilagem.com.br/wp-content/uploads/2013/04/Metodologia-pH.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

PIRES, A. J. V. et al. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.422-427, 2009.

PORTAL DA MADEIRA. **Caroço da azeitona – Utilização em resinas**. 2010. Disponível em: <<https://www.portaldamadeira.blogspot.com/2010/01/caroco-da-azeitona-utilizacao-em.html?m=1>> Acesso em: 29 de out. 2019.

PRATES, E. R. **Técnicas de pesquisa em nutrição animal**. 2007. Porto Alegre, Editora UFRGS. 414 p.

OLIVA. Associação Brasileira de Produtores, Importadores e Comerciantes de Azeite. **Conhecendo o azeite**. 2016. Disponível em: <<http://www.oliva.org.br/azeite>>. Acesso em: 27 de dez. 2019.

OLIVEIRA, C. C. K. de. **Subprodutos da agroindústria na suplementação de búfalos para produção de carne em sistemas silvipastoris em Belém - PA**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

OLTJEN J. W.; BECKETT, J. L. Role of ruminant livestock in sustainable agricultural systems. **Journal of Animal Science**, 74:1406-1409, 1996.

REZENDE, A. V. et al. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.739-746, 2011.

RODRIGUES, R. C. **Avaliação químico-bromatológica de alimentos produzidos em terras baixas para nutrição animal**. Embrapa, Dezembro, 2009.

ROIG, A. et al. An overview on olive mill wastes and their valorization methods. **Waste Management**, v.26, n.9, p.960-969, 2006.

SANTOS, M. V. F. et al. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**. v. 59, p.25-43, 2010.

SALMAN, A. K. et al. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. Porto Velho: Embrapa, 2010.

SARATALE, G. D. et al. Production and characterization of multiple cellulolytic enzymes by isolated *Streptomyces sp.* MDS. **Biomass and Bioenergy**, v. 47, p. 302-315, 2012.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO C. G. P. de; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5, maio 1995, p. 683-686.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUARIA E DESENVOLVIMENTO RURAL DO RS. **Pró Oliva**. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br/pro-oliva>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.

SILVA, F. F. et al. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo + folhas/panícula.1. Avaliação do processo fermentativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, 1999, p.14-20.

SILVA, J. C. P. M.; VELOSO, C. M. **Mandioca na alimentação do bovino leiteiro**. 1. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2011. p. 235.

SILVA, L. F. et al. Qualidade da silagem de bagaço de azeitona com adição de farelo de milho. **Anais...** 5ª Jornada Científica e Tecnológica e 2º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS, 06 a 09 de novembro de 2013, Inconfidentes/MG.

SILVA, L. F. B. et al. Qualidade da silagem de bagaço de azeitona com adição de farelo de milho. 2013. In: 5ª Jornada Científica e Tecnológica e 2º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS. **Anais...** Inconfidentes, 2013.

SILVA, L. F. P. et al. **Fonte de carboidratos não fibrosos na terminação de bovinos de corte**. 2014.

SILVA, Z. F.; BERNARDES, T. F. **A silagem de milho é a melhor opção de volumoso suplementar**. 2004.

SNIFFEN, C.J. et al. A new carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science, Amsterdam**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SOARES, T. A. **Alimentos e alimentação dos animais**. v.1, 5 ed. Lavras UFLA/Faepe, 2003, p. 119-120.

SPACKI, K. F. **Análise bromatológica de alimentos utilizados para nutrição animal: *Brachiaria ruziziensis* e *Cynodon nlemfuensis***. 2015. Faculdade Integrado de Campo Mourão, Campo Mourão, 2015.

TEIXEIRA, R. F. et al. Avaliação das características físico-químicas do resíduo do processamento do azeite na região da campanha gaúcha. 2015. **Anais... Universidade Federal do Pampa, Bagé**. 2015.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. **Journal Animal Science**, v. 26, n. 1, p. 199-128, 1967.

\_\_\_\_\_. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.50, p.50-5, 1967.

VERA R. et al. Feeding dry olive cake modifies subcutaneous fat composition in lambs, noting cake resistance to degradation and peroxidation. **Chilean Journal Agricultural Research**, v. 69, n. 4, p. 548–559, 2009.

ZOPOLLATO, M.; SARTURI, J. O. Optimization of the animal production system based on the selection of corn cultivars for silage. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 1., São Pedro, 2009. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.73-90.

WREGGE, M. S. et al. **Zoneamento Agroclimático para Oliveira no Estado do Rio Grande do Sul**. Documentos 259. Pelotas: Embrapa, 2009. p 9-14.

WREGGE, M. S.; FILIPPINI ALBA, J. M.; COUTINHO, E. F. et al. **Oliveira: aspectos técnicos e cultivo no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2015. p. 19-27.

## APÊNDICES

**Tabela 5** – Valores médios da composição químico-bromatológica da silagem do bagaço de azeitona nos diferentes períodos de abertura (MS%)

Variáveis	Silagem de bagaço de azeitona		
	TRAT 30	TRAT 50	TRAT 70
<b>MS</b>	37,10	37,01	36,18
<b>MO</b>	97,03	97,09	96,96
<b>PB</b>	8,51	8,57	8,69
<b>EE</b>	19,01	21,58	20,60
<b>FB</b>	51,53	44,99	43,66
<b>FDN</b>	59,15	54,27	55,50
<b>FDA</b>	45,90	42,37	41,12
<b>LIG</b>	21,24	23,31	23,53
<b>NIDN</b>	0,55	0,54	0,77
<b>NIDA</b>	0,82	0,68	1,34
<b>HEM</b>	13,25	11,90	14,37
<b>CEL</b>	24,66	19,05	17,59
<b>CT</b>	69,51	66,94	67,67
<b>CNF</b>	10,36	12,67	12,18
<b>NDT</b>	85,25	93,89	92,48

MS: Matéria seca; MO: Matéria orgânica; PB: Proteína bruta; EE: Extrato Etéreo; FB: Fibra bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; LIG: Lignina; NIDN: Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA: Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; HEM: Hemicelulose; CEL: Celulose; NDT: Nutrientes digestíveis totais; CT: carboidratos totais e CNF: Carboidratos não fibrosos.

**Tabela 6** – Valores médios de pH de cada silo experimental nos diferentes tratamentos.

<b>Silos</b>	<b>pH</b>		
	<b>TRAT 30</b>	<b>TRAT 50</b>	<b>TRAT 70</b>
<b>A</b>	4,84	4,89	5,22
<b>B</b>	5,08	5,26	4,93
<b>C</b>	4,92	5,38	5,16
<b>D</b>	4,91	5,17	5,41

TRAT 35: tratamento com abertura aos 35 dias; TRAT 50: tratamento com abertura aos 50 dias;  
TRAT 70: tratamento com abertura aos 70 dias.

**Tabelas utilizadas na avaliação subjetiva da silagem do bagaço de azeitona durante o experimento:**

**Tabela 7 – Escala coloração observada na silagem.**

<b>Coloração Repetição</b>	<b>T1, T2 ou T3 = 100% Bagaço de azeitona</b>				
	<b>Horas</b>				
	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30
Amarelo claro					
Amarelo escuro					
Esverdeado					
Marrom					
Preto					

**Tabela 8 – Escala odor observado na silagem.**

<b>Odor Repetição</b>	<b>T1, T2 ou T3 = 100% Bagaço de azeitona</b>				
	<b>Horas</b>				
	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30
Fraco					
Acético					
Alcoólico					
Adocicado					
Azeitona					
Podre					
Rancificado					

**Tabela 9 – Avaliações de temperatura (°C) e pH avaliadas na silagem.**

<b>Variáveis Repetição</b>	<b>T1, T2 ou T3 = 100% Bagaço de azeitona</b>				
	<b>Horas</b>				
	8:30	9:30	10:30	11:30	12:30
Temperatura (°C)					
pH					