

## DESENVOLVIMENTO DE ROLHA A PARTIR DE RESÍDUOS DE *PALLETS* *PRODUCE PALLET WASTE STOPPER*

ZANELLA, Laura Bisetto<sup>1</sup>; MUNER, Tainah Cristina Cunha<sup>2</sup>; SILVA, Liliani Alves da<sup>2</sup>; D'AMELIO, Monica Tais Siqueira<sup>3</sup>;

<sup>1</sup>Aluna do Curso de Engenharia Química – Universidade São Francisco); <sup>2</sup>Formadas no Curso de Engenharia Química – Universidade São Francisco); <sup>3</sup>Professora Dra. Orientadora do Curso de Engenharia Química – Universidade São Francisco)

[laurabzanella@hotmail.com](mailto:laurabzanella@hotmail.com)

**RESUMO.** O aumento de resíduos e a escassez de matérias primas traz a necessidade de desenvolvimento de novos produtos a partir de novas matérias primas. Estas podem, inclusive, ser provenientes de resíduos. Um dos ramos da Engenharia Química é o desenvolvimento de produtos. Desta forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de produzir rolhas a partir do resíduo *pallet* para diminuir a quantidade de resíduo e a extração de madeira para a produção de rolha. A este novo produto deu-se o nome de rolha sustentável. Para a junção da serragem de *pallet* foi utilizado um selante cuja propriedade é ser de grau alimentício, ou seja, pode entrar em contato com alimento. Foram testadas diferentes granulometrias de serragem de *pallet* e diferentes quantidades de selante para que a rolha apresentasse as características semelhantes às rolhas convencionais de cortiça. Ademais, foram realizados testes físicos mecânicos para verificar se as rolhas sustentáveis atendiam às necessidades das rolhas. Com todos os testes realizados, foi identificado que a melhor rolha contém serragem na granulometria de 28 Mesh e na proporção de 5g de *pallet* para 13 g de selante.

**Palavras-chave:** *Pallets*; rolhas; rolhas de cortiça; selante.

**ABSTRACT.** The increase in waste and the scarcity of raw materials brings the need to develop new products from new raw materials. These may even come from waste. One of the branches of Chemical Engineering is product development. Thus, this work was developed with the objective of producing cork stoppers from pallet residue to reduce the amount of waste and the extraction of wood for cork production. This new product has been called sustainable stopper. For the joining of the pallet sawdust a sealant was used whose property is to be food. Different sizes of pallet sawdust and different amount of sealant were tested so that the cork presented the characteristics similar to conventional cork stoppers. In addition, physical mechanical tests were performed to verify that sustainable stoppers met the needs of stoppers. With all the tests performed, it was identified that the best cork contains sawdust in the 28 Mesh particle size and in the ratio of 5g of pallet to 13g of sealant.

**Keywords:** Pallets; stopper; cork stoppers; sealant.

### INTRODUÇÃO

A Engenharia Química é a engenharia com a maior abrangência de atuação, a qual pode ser desde gerenciamento, processos, estudos e projetos de equipamentos como o desenvolvimento de novos produtos. O Engenheiro tem o papel de contribuir com a tecnologia de novos processos, equipamentos e produtos sem destruir o meio ambiente. Hoje,

o maior problema industrial são os resíduos. Poder desenvolver produtos e/ou energia a partir deles é o grande desafio do século. Neste âmbito, propôs-se, neste trabalho, desenvolver uma rolha sustentável a partir do resíduo do *pallet*.

Os *pallets* são utensílios feitos de madeira extraída justamente para essa destinação, sendo legais e com normas que garantem reposição na natureza e qualidade, segundo o IBAMA. O produto é muito utilizado para transporte de carga e estocagem de material em diversos ramos industriais. Os *pallets* podem ser de alta durabilidade ou os denominados *oneway*. O descarte para um ou outro tipo ocorre quando seu tempo de vida é atingido. O atual destino desse material no Brasil é a incineração, fator que contribui para a piora da qualidade do ar e do meio ambiente. Quando os *pallets* descartados estão intactos, são usados na fabricação de móveis e decoração (ABN PALLETS, 2018).

Rolhas são objetos que têm como utilidade a retenção de líquidos e gases em recipientes, na maioria dos casos de vidro (garrafas). Existem vários tipos de rolhas no mercado, sendo as mais comuns, as provenientes da cortiça e utilizadas para garrafas de vinho. A cortiça é um material extraído da casca do sobreiro ou do carvalho, é natural e muito comum em Portugal. Esse é o país mais consumista e produtor desse objeto, cerca de 44 milhões de unidades por dia, que atendem 65% das exportações mundiais. A árvore da cortiça pode demorar cerca de 25 anos para poder ser utilizada para a produção de rolhas e demora cerca de 9 anos para poder ser usada novamente a mesma árvore (AMORIM, 2016).

A grande diferença entre a cortiça e os *pallets* são a capacidade de ligação do material, e por este motivo, foi necessário utilizar uma cola para manter a serragem de *pallet* unida. Foi escolhido o selante alimentício para isso.

### Tipos de Rolha

Rolhas são objetos para a vedação e retenção de líquidos ou gases. Normalmente usadas para fechar recipientes de vidros que armazenam vinhos. Sua principal função é evitar a oxidação do vinho e o manter sem o contato com o ambiente externo (LÍBERO, 2015).

Os admiradores de vinho afirmam que as rolhas são importantes para observar se o vinho está comprometido devido à contaminação e assim, saber se o sabor foi alterado devido ao armazenamento incorreto sendo importante sempre cheirá-la antes da degustação para identificar se o vinho ainda está saudável (ROSEIRA, 2016).

Atualmente existem vários tipos de rolhas, como mostra a Figura 1 e, portanto, é de suma importância seu estudo, analisando a aderência, elasticidade, longevidade, permeabilidade, padrão visual e amostragem (AMORIM, 2016.).



**Figura 1-** Diversidade de rolhas no mercado (Fonte: Adaptado de VINES, 2016).

A rolha *screw cap* ou de rosquear é a ideal para consumo rápido, para vinhos jovens. É a principal concorrente das rolhas de cortiça. São fáceis de abrir e vedam totalmente, sendo assim, não permitem que ocorra a troca gasosa, que é o “marco” para o envelhecimento dos líquidos (OLIVEIRA, 2018). As rolhas de vidro, criadas na Alemanha em 2003, são parecidas

com a de rosquear. Não permitem contato com o exterior. Por ser recente não se sabe se suas características são boas para vinho a longo prazo. Sua vedação é prática e higiênica, e possui uma melhor aparência que as outras (LÍBERO, 2015).

### *Rolhas de cortiça*

A cortiça é extraída da casca da árvore sobreiro (*Quercus suber L.*), sua fórmula molecular é  $C_{123}H_{182}O_{56}N$  e é nativa em regiões mediterrâneas, sendo Portugal o principal país produtor. Durante a vida útil do sobreiro pode-se extrair a cortiça em média 17 vezes, de nove em nove anos e, portanto, no total ela durará 153 anos (AMORIM, 2016).

Suas propriedades são naturais, a leveza se dá pela sua composição de 90% de ar ou gás semelhante. A elasticidade e a flexibilidade ajudam a rolha a voltar à sua forma inicial, o que permite a adaptação na garrafa. A rolha não pode ser comprimida mais de 33% ao inseri-la na garrafa, para não danificar a estrutura celular. Estima-se que em cada rolha há cerca de 750.000.000 de células presentes. Célula é a composição da cortiça, descoberta em 1665 por Robert Hooke, denominadas de célula suberina, com o formato de um prisma hexagonal ou pentagonal, e com baixa condução térmica (AMORIM, 2016).

As rolhas feitas de cortiças precisam possuir determinadas características as quais estão apresentadas na Tabela 1. Nota-se que os ensaios físicos-mecânicos são importantes para o formato rolha ser perfeito, obtendo cada detalhe correto. Os ensaios físico-químicos são essenciais para estabelecer o quanto de material a rolha é constituída e assim auxiliar para o próximo passo que é determinar taxa de transferência de oxigênio (OTR) (MIWA, 2015).

**Tabela 1** – Especificações rolha de cortiça.

Ensaio	Características	Especificações
Físicos-mecânicos	Comprimento	$l \pm 1,0$ mm
	Diâmetro	$d \pm 0,5$ mm
	Ovalidade	$\leq 0,7$ mm
	Humidade	4% - 8%
	Força de extração	20 - 40 daN
Físico-químicos	Teor de peróxidos	$\leq 0,1$ mg/rolha
	Teor de pó	$\leq 3$ mg/rolha
Visuais	Classe visual	Referência $\geq 5\%$
OTR (Taxa de Transferência de Oxigênio)	12 meses	2,5 mg/rolha
	24 meses	2,6 mg/rolha
	28 meses	2,7 mg/rolha
	36 meses	2,7 mg/rolha
	60 meses	2,8 mg/rolha

Fonte: MIWA, 2015.

O oxigênio serve como catalisador de reações boas e ruins para o vinho, o processo é chamado de oxidação. Para cada tipo de vinho uma série de substâncias são indicativas de

oxidação, como o acetaldeído, que ajuda na complexidade do vinho, acidez volátil que é a presença de ácido acético, sem nenhum aroma característico e o etil acetato com um aroma que provém do vinagre. Como observado na Tabela 1, quanto mais tempo o vinho fica armazenado, o OTR aumenta minimamente, permitindo que com o tempo o oxigênio interaja com o vinho, e assim, obtém-se um excelente envelhecimento (MIWA, 2015).

### *Produção de Rolhas de Cortiça*

A produção da rolha consiste em várias etapas. Primeiramente as pranchas da cortiça ficam em repouso, logo após são levadas para a cozedura em água limpa e são fervidas por cerca de uma hora. Neste processo o gás de dentro da célula aumenta. Com isso melhora sua estrutura, tornando-a mais regular. Em seguida passa pela estabilização, momento que a prancha fica plana, no período de duas a três semanas, o que ajuda a cortiça a atingir o teor de umidade necessário, cerca de 14%, ideal para o processamento (APCOR, 2018).

As pranchas passam por uma seleção de acordo com a porosidade, aspecto e espessura. A etapa seguinte é a mais importante, que é a brocagem, onde se perfura a prancha de cortiça com uma broca, e obtém-se a rolha em seu formato original. Após a brocagem passa pela retificação para melhorar a superfície da rolha e ajustar as dimensões. Em seguida é realizada a seleção, onde são separadas em classes e descartadas as com defeitos. Então, são levadas para a lavagem feita com ácido paracético ou água oxigenada, o que, além de limpar, desinfetam as rolhas (APCOR, 2018).

Por fim, a rolha é colmatada, onde se abrem os poros da superfície, misturando pó de cortiça que saiu da retificação. Para fixar usa-se cola à base de água e resina natural, o que auxilia no aspecto final da rolha. São embaladas em sacos com SO<sub>2</sub> (Anidrido sulfuroso), gás que inibe a presença microbológica (APCOR, 2018).

No mundo todo, são produzidas 12 bilhões de rolhas por ano. E são produzidas 66.700 rolhas por uma tonelada de pranchas de cortiça (AMORIM, 2016).

### *Produção de Rolhas de Aglomerado*

A rolha de aglomerado é formada pela aglomeração dos granulados de cortiça que foram descartadas da primeira e segunda casca retirada do sobreiro, passando pela trituração para uma certa granulometria (superior a 0,25 mm e inferior a 22,4 mm). Em seguida passa pela lavagem e após, a secagem através de secadores rotativos. Os granulados resultam de um processo de aglutinação de grânulos, então ocorre a mistura dos grânulos com os aglutinantes a partir de um misturador de pás ou helicoidais. Usam-se resinas sintéticas de poliuretano, melamínicas e fenólicas ou, ainda, de origem vegetal para a aglutinação (APCOR, 2018).

Em seguida vem a moldagem, que são feitas com moldes cilíndricos, preenchidos com a resina e o grânulo passa pela prensagem. Os moldes vão para a estufa (entre os 110°C e os 150°C) por 4 a 22 horas. Após, são desmoldados e resfriados para a obter um bloco de aglomerado a ser um laminado em folha (APCOR, 2018).

Os grânulos, aglutinantes e agentes, são misturados e espalhados em um tapete rolante, passam por uma prensa de pratos aquecido e são finalizados em uma folha única. Então passa pela lixagem para a espessura correta e ser cortada em forma retangular. E assim é feito o decorativo realizado por laminados de cortiça natural ou uma folha simples ou sobreposição de várias folhas de aglomerados (APCOR, 2018).

### *Doença da Rolha*

A Rolha de cortiça pode desenvolver a famosa doença da rolha TCA (2,4,6-tricloroanisol) que é uma substância que altera do sabor do vinho, deixando-o com sabor de rolha ou madeira, um dos maiores problemas da indústria rolheira. O TCA não é prejudicial e nem tóxico para o ser humano da forma que se encontra no vinho, apenas proporciona alteração no gosto quando consumido. A intensidade do gosto da rolha pode atingir de 1% a 8%. Quando ultrapassa esse valor, deve-se descartar o vinho. Esse desperdício é de cerca de 2% de produto jogado fora, o que corresponde a US\$ 10 bilhões (PEREIRA; GIL, 2004).

Existem alguns métodos para a esterilização das rolhas e também para as embalagens. Na esterilização a rolha passa por agentes químicos com embalagens impermeáveis a vácuo, reduzindo a contaminação por fungos. Geralmente coloca-se dióxido de enxofre gasoso junto. O que pode ajudar é o cloro ou composto clorado, reduzindo microrganismo, que melhoram gosto da rolha, mas não muda a quantidade de TCA que tem na cortiça. O TCA apresenta uma fraca volatilidade (ponto de ebulição = 240°C) por isso sua eliminação é difícil (PEREIRA; GIL, 2004).

Vários métodos para a remoção do TCA são desenvolvidos nos processos, físicos, químicos, biológicos e físico-químicos, como a desodorização por aquecimento da cortiça, aquecendo-a por 6 a 8 horas a 80°C, a maioria das substâncias são evaporadas, mas por ser um ótimo isolante térmico o composto não sai do seu interior.

### *Pallets*

Os *pallets* são instrumentos muito comuns atualmente. Utilizados principalmente para transporte de cargas e logística das empresas. Estes podem ser utilizados em todo ramo da indústria, vistos particularmente em armazéns e depósitos (ABN PALLETS, 2018).

A madeiras extraídas destinadas à produção de *pallets* são legais e com as normas que garantem reposição na natureza e qualidade, segundo o IBAMA (ABN PALLETS, 2018). O pinus e o eucalipto são as árvores destinadas aos *pallets*. Estas, garantem uma vida útil do material de aproximadamente 3 anos. Estas árvores também são capazes de absorver os gases emitidos durante a produção de um *pallet*. Ademais, o Brasil possui 6,7 milhões de hectares de área de reflorestamento, entre os principais são os de pinus e eucalipto (PORTOBELLO, 2018).

Ainda existem no mercado os chamados *oneway*, que são os *pallets* utilizados uma vez só por terem uma qualidade menor e durabilidade inferior e, por isso, com baixo custo. Desta forma, o descarte torna-se inevitável, tanto para essa variedade, quanto para o *pallet* comum e mais resistente, quando seu tempo de vida é atingido. O atual destino desse material no Brasil é a incineração, fator que contribui para a piora na qualidade do ar e no meio ambiente. Quando os *pallets* descartados estão intactos, são usados na fabricação de moveis e decoração (OELKE, 2009).

O Brasil produz anualmente 14 milhões de toneladas de descartes madeireiros. Este material poderia ser reaproveitado e transformado para participar da matriz energética nacional, ou também poderia ser exportada se fosse possível produzir um material de qualidade a partir desta biomassa (ABRAF, 2006).

Atualmente o mercado consumidor de *pallet* tem aumentado, uma vez que seu início de produção em 2000 era muito baixo e em 2014 passou a ser mais de 25 milhões de toneladas ao ano (ARSENAULT, 2014).

Um estudo feito em 2010 diz que o consumo mundial de *pallets* em 2020 será de 46 milhões de toneladas por um valor de 8 bilhões de dólares (valores baseados nos preços em

2010). Além desse, outros estudos (WIHERSAARI *et al.*, 2009; OBERNBERGER; THEK, 2010) diagnosticaram o crescimento moderado (10% de aumento da demanda mundial ao ano), onde 10 a 12% de toda a madeira industrial colhida no mundo será transformada em *pallets* até 2025 (QUÉNO, 2015).

### *Padrões de Pallets*

Em cada lugar do mundo o formato do *pallet* varia, uma vez que cada um dos países tem sua própria norma. Essas, de extrema importância, são responsáveis por garantir o melhor aproveitamento do estoque que o *pallet* pode proporcionar, uma das principais funções deste material, fato que não seria possível caso existissem variedades de tamanho do mesmo. Os padrões de *pallet* utilizados no Brasil têm a medida de 1,00 m x 1,20 m. E aqui eles recebem o nome de PBR, se tornando padronizado desde 1990 (ABNT, 2008).

Internacionalmente, a ISO (*International Organization for Standardization*) é responsável pela garantia do *pallet*. Esta organização implantou 6 modelos de *pallets* considerados padrão. Estes divididos pelas regiões onde são produzidos e pela porcentagem de perda de área de estoque (ISO, 2014).

### *Tipos de Pallet*

Os *pallets* feitos de madeira são os mais baratos e, por esse motivo, os mais comuns e procurados. Quando a mercadoria está com destino à exportação, junto aos *pallets* pode ser pedido o comprovante de fumigação, que garante que não vá proliferar pragas de madeira entre um país e outro. Atualmente uma empresa compra cerca de 4.800 unidades de *pallets* de madeira. Entre eles o *pallet* descartável, para exportação e o reforçado para envio de mercadoria ao cliente. A mesma empresa descarta aproximadamente 44 toneladas do mesmo ao ano (MECALUX, 2019a).

Comparado com os *pallets* de madeira, os de metal possuem uma vida útil consideravelmente maior, além disso, aferem metade da massa. Por esses motivos, o valor de um *pallet* de metal é mais caro, inclusive porque sua reciclagem sai muito mais cara do que em madeira (ABNT, 2008).

Os *pallets* de plástico já existem no mercado e variam em modelo de acordo com seu fabricante. O limite de carga desde tipo de *pallet* é bem menor, comparado com o de madeira e o de metal, por mais que haja modelos mais reforçados que aguentem até 2000 kg (MECALUX, 2019a).

### *O descarte incorreto dos pallets*

O ciclo de vida dos *pallets* se inicia com a transformação da madeira em produto final. Ao serem utilizados, muitas vezes apresentam defeitos, uma vez que são submetidos a carregar pesos maiores que os suportados ou então armazenados de forma incorreta, ou até mesmo não estão nos padrões corretos de tamanho e nível, tornando-se então inviáveis para o propósito ao qual são produzidos. A partir de então, os *pallets* com defeito são considerados resíduo e podem ser direcionados para alguns caminhos de reaproveitamento, como a venda do produto para uma indústria que faz a gestão de resíduos por meio da reparação dos melhores *pallets*, ou seja, aqueles que ainda apresentam qualidade; reaproveitamento, que ocorre através do comércio do resíduo, o qual, após triturado, é comercializado em forma de serragem e lascas de madeira para a confecção de painéis, biomassa e destinado para o

tratamento de animais. Este processo, além do excesso de energia necessário para ser realizado, emite materiais tóxicos (ENGLER; LACERDA; GUIMARÃES, 2017).

A empresa que recupera os *pallets* quebrados está proporcionando ao meio ambiente muitos benefícios. Entre os quais:

- Redução do desmatamento de florestas nativas ou zero desmatamento dessas áreas quando a madeira utilizada é de reflorestamento.
- Proteção da biodiversidade existente em áreas de florestas nativas.
- Economia da água utilizada para tratamento e beneficiamento da madeira usada para confeccionar o *pallet* novo.
- Economia de energia elétrica usada para tratamento e beneficiamento do *pallet* novo.
- Redução da emissão de gases de efeito estufa, com a não utilização de combustíveis fósseis usados na extração e transporte da madeira e dos *pallets* prontos (PORTOBELLO, 2018).

### *O selante alimentício*

Quando a rolha é produzida por aglomerados ou serragem, é necessário um material que promova a ligação entre elas. Para a produção de rolha de aglomerado de cortiça, utiliza-se como matéria prima essencial uma resina sintética para promover a aderência dos grânulos de cortiça, que age como uma cola, unindo os grânulos para que tomem forma de rolha e não soltem durante o processo até a ingestão. Escolheu-se, então, o selante alimentício transparente e de cura acética da empresa *DowCorning*.

Este selante de silicone de grau alimentício, de nomenclatura comercial DC-732 RTV é classificado pela ABNT NBR 14725-2, em conformidade com FDA-177-2600. Identificado como agente adesivo e colante e não classificado como perigoso segundo ficha de dados técnicos e ficha de informação de produtos químicos (DOW BRASIL., 2018).

A FDA (*Food and Drug Administration*), que regula aprovação do selante de grau alimentício, disserta sobre polímeros, aditivos indiretos de alimentos seguindo o código de regulamentos federais, título 2 1. Na Sec. 177.2600 expõe que sejam artigos para uso repetitivo de borracha com destino de uso repetido que podem ser usados na produção, fabricação, embalagem, processamento, preparação, tratamento, embalagem, transporte ou armazenamento de alimentos com segurança. Na norma se faz referência às substâncias utilizadas na preparação de artigos de borracha que incluem materiais reconhecidos como seguros para isso em embalagem de alimentos ou em alimentos, substâncias utilizadas de acordo com uma sanção ou aprovação prévia, que também podem ser usadas com segurança em artigos de borracha (FDA, 2019).

Em vista de propor um novo destino aos *pallets*, desenvolveu-se, neste projeto, rolhas a partir de *pallets* descartados, o que permitirá um novo valor agregado ao material, além de produzir rolhas de baixo custo. Após sua produção, foram feitos testes específicos para verificar as características das rolhas obtidas, e se estão de acordo com o exigido para tal produto.

## **METODOLOGIA**

Este trabalho foi dividido em algumas etapas. A primeira foi esterilizar a madeira para a produção das rolhas. A segunda comparar dois tipos de selantes. Em seguida identificar qual a melhor granulometria de serragem e então realizar testes para comparar as características da rolha sustentável com uma rolha padrão.

### *Esterilização do pallet*

A produção da rolha teve início com a trituração do *pallet* em liquidificador da marca Walita modelo Beta por um minuto até o aspecto ideal, definido visualmente pelo tamanho da lasca de serragem. Em seguida, 25 gramas de material foram colocados em um béquer de 1000 ml com 300 ml de água. Essa solução foi aquecida até 70°C, temperatura que permaneceu constante por 1 hora. Esta etapa foi realizada para retirar impurezas. A secagem da madeira foi realizada em estufa da marca Thelco a 105°C, por 30 minutos. A quantidade preparada foi para montagem de cinco unidades de rolha, com aproximadamente 5 gramas de serragem para cada.

Após este processo, foram testados dois tipos de selantes. O primeiro teste foi feito com resina de poliuretano, SPUR 1050 e o segundo com o selante *DowCorning 732 RTV*.

### *Resina de Poliuretano (não alimentício)*

As 5 gramas de lascas do *pallet* esterilizado foram colocados no béquer de 250 ml e adicionados 3 gramas de resina de poliuretano. Com o auxílio de uma baqueta de vidro, agitou-se a mistura e, após completa homogeneização, a mistura *pallet* selante foi colocada em moldes de plásticos. A secagem nos moldes dispendeu 24 horas. Então, a rolha pronta foi removida dos moldes.

### *Selante Alimentício DowCorning*

Foram testadas diferentes proporções deste selante para os 5 gramas de *pallet* utilizados: 9, 11, 15 e 16 gramas. Após completa homogeneização, a mistura foi colocada em moldes de plástico de aproximadamente 2cm por 6cm estes, encontrados facilmente em mercados para transporte de pequenas quantidades de líquidos em viagens, e deixou-se secar por sete dias. Ao final, as rolhas foram desenformadas.

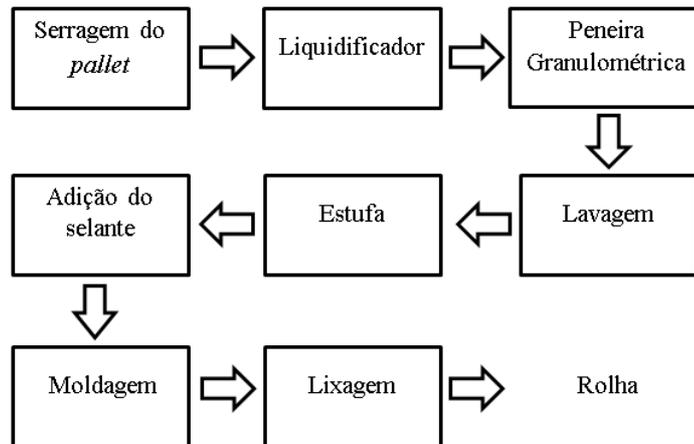
### *Influência da granulometria da serragem*

Para verificar a influência da granulometria da serragem, aferiram-se 5 gramas de serragem. Esse material foi passado pela peneira granulométrica montada com abertura de 14, 28, 48 e 100 Mesh. Aferiram-se todas as retenções. A serragem retida na peneira de 14 mesh foram novamente trituradas.

Logo após, aqueceu-se a serragem na granulometria escolhida em água a 70°C por 1 hora para tirar as impurezas. Passou-se pela peneira e retirou o excesso de água. O material foi seco em estufa a 70°C por 1 hora.

A serragem foi misturada com diferentes quantidades de selante *DowCorning*, 9, 11, 13 e 15 gramas, para definição da porcentagem ideal de selante. A mistura serragem-selante foi colocada em moldes de plástico, onde permaneceu por sete dias. Foram feitos testes visuais e físico-mecânicos para definir a melhor proporção de selante.

A Figura 2 apresenta o fluxograma de blocos do preparo da rolha baseado nas etapas de operações unitárias utilizadas. Este fluxograma foi baseado no processo de produção de rolha de aglomerado.



**Figura 2** - Fluxograma do Preparo da rolha (Fonte: Próprio Autor).

### *Teste físico-mecânicos*

Após a produção das rolhas começaram-se os testes físico-mecânicos, em todos os materiais obtidos, além de aplicá-los nas rolhas de cortiça e aglomerado para fins comparativos.

#### *Verificação da cura, por completo, do selante dentro da rolha.*

Neste primeiro teste cortou-se a rolha ao meio com uma faca para a verificação da cura completa do selante. O teste foi realizado visualmente.

#### *Absorção de água*

No segundo teste, inicialmente foram aferidas as massas das rolhas, tanto as de *pallet*, quanto as de cortiça da rolha seca. Imergiram-se as rolhas em um recipiente com água por 24 horas e pesou-os novamente. As rolhas, após a primeira aferição, foram novamente imergidas em recipiente com água, onde permaneceram por mais sete dias e, então, novamente tiveram suas massas aferidas.

#### *Força para quebrar*

No terceiro teste quebraram-se as rolhas ao meio com a força humana a fim de descobrir, manualmente, a resistência em comparação a uma rolha comum de mercado.

#### *Massa perdida, esfarelamento, durante a retirada da rolha na garrafa.*

No quarto teste as rolhas tiveram suas massas aferidas e foram encaixadas manualmente em uma garrafa. Com o auxílio do saca-rolha, elas foram retiradas das garrafas e as massas novamente aferidas.

#### *Interferência de sabor e odor para o vinho*

No quinto teste deixou-se a rolha na boca da garrafa com vinho em posição horizontal, para saber se ocorreu transferência de sabor e/ou odor para o líquido e se o mesmo perdera qualidade. Realizou-se o processo em comparativo com uma rolha de cortiça comum. Todas as rolhas foram colocadas no vinho na mesma data. O teste de comparação para saber da passagem de sabor e odor da rolha para o vinho foi realizado por 2 ou mais pessoas, podendo ser familiares, que não tenham ciência de qual rolha é a sustentável, para evitar qualquer tipo de influência.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Obtenção das Rolhas com o selante Poliuretano*

No teste da resina de poliuretano, SPUR 1050, após sua secagem obteve-se um resultado muito bom visualmente, quando comparado a uma rolha de cortiça, como mostra a Figura 3. Entretanto, este selante não é alimentício (foi somente uma ideia inicial e mais rápida de entender se funcionaria) e, portanto, não pode entrar em contato com o vinho. Desta forma, não foram continuados os estudos com este selante.



**Figura 3** - Rolhas com o selante Poliuretano (Fonte: Próprio Autor).

### *Obtenção das Rolhas com o selante DowCorning*

O selante *DowCorning* 732 RTV, utilizado em diferentes proporções, proporcionou diferentes características às rolhas obtidas. A rolha obtida com 9 gramas de selante apresentou característica muito maleável, o que difere das rolhas convencionais. Quando utilizadas as quantidades de 15 e 16 gramas de selantes, a rolha, após secagem, apresentou alta rigidez, o que impossibilitou sua inserção dentro de uma garrafa. Já a quantidade de 11 gramas de corante foi a que apresentou características visuais e maleabilidade mais próxima das rolhas de cortiça convencional.

Uma característica comum a todas as rolhas foi à ausência de selante quando a serragem apresentava granulometria muito alta, como mostra as Figuras 4 e 5. Nestes pontos, a ruptura das rolhas era muito fácil de ocorrer, inclusive sem esforço, apenas passando o dedo sobre o local. Por este motivo, escolheu-se selecionar as granulometrias menores para a preparação das rolhas.



**Figura 4** - Rolha com a granulometria da serragem comum (Fonte: Próprio Autor).



**Figura 5** - Corte vertical (Fonte: Próprio Autor).

#### *Influência da Granulometria da serragem na preparação das rolhas*

Após a separação na peneira granulométrica, escolheu-se o diâmetro de material que não fosse muito pequeno, nem muito grande. No caso de o diâmetro ser muito pequeno, ao misturar o selante haveria um excesso de produto o que deixaria a aparência muito sintética e de borracha (seria um problema, pois a ideia é parecer o mais idêntico ao natural possível), além da mistura serragem-selante não apresentar consistência na hora da mistura e até demorar mais tempo para cura.

Optou-se por realizar novos testes com o material retido na peneira de 28 Mesh. Este material apresentou diâmetro médio de 1 mm.

Após os testes com as diferentes proporções de selante, observou-se que a massa de 13 gramas de selante foi à proporção que apresentou excelente maleabilidade e com a rigidez perfeita para a vedação da garrafa de vinho, como mostra a Figura 6. Novamente as rolhas obtidas com 9 e 11 gramas de selante era muito flexível e a de 15 gramas, muito rígida.



**Figura 6** - Rolha produzida com a granulometria selecionada (Fonte: Próprio Autor).

De maneira geral, as rolhas apresentaram-se similares de aparência com as rolhas de aglomerados de cortiça, mais comuns nos vinhos. A diferença visual observada é devido a rolha de *pallet* ser composta de lascas de *pallet* e não em cubos ou circunferências como as rolhas comuns, como mostra a Figura 7.



**Figura 7** - Respectivamente, a rolha de cortiça (1), rolha de cortiça (2) e a rolha sustentável (terceira da imagem) (Fonte: Próprio Autor).

### *Testes Físico-mecânicos*

Nos testes físico-mecânicos utilizaram-se, na maioria dos casos, estudos comparativos, envolvendo a rolha sustentável e mais de uma rolha de cortiça comum ou aglomerada. As rolhas de *pallets* utilizadas para estes testes foram as obtidas com granulometria de 28 Mesh de serragem e proporção de 13 gramas de selante para 5 gramas de serragem.

*Verificação da cura, por completo, do selante dentro da rolha.*

No teste 1, de corte, utilizou-se de uma faca de cozinha pequena para dividir a rolha sustentável ao meio, na horizontal. Pode-se observar que a mistura de selante e lascas de *pallet* está curada por completo após os sete dias estipulados para cura, como mostra a Figura 8.



**Figura 8** - Corte da rolha sustentável (Fonte: Próprio Autor).

### *Absorção de água*

Para o teste de absorção de água, seguiram-se os passos descritos na metodologia e os resultados estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que as duas rolhas de cortiça absorveram água, enquanto que a rolha sustentável não. Isto indica que a porosidade da rolha sustentável é praticamente nula. É de conhecimento que as rolhas devem ter passagem de ar moderada ou nula entre o ambiente e o vinho, para evitar qualquer tipo de envelhecimento acelerado ou deterioração do mesmo. A rolha sustentável apresentou característica melhor que a rolha comum, contribuindo para a longevidade do vinho estocado além de evitar contaminações com o exterior.

**Tabela 2** – Resultado do teste de absorção de água.

	Rolha sustentável	Rolha de cortiça (1)	Rolha de cortiça (2)
Massa inicial	10 gramas	2 gramas	6 gramas
Massa após 24 horas de imersão	10 gramas	3 gramas	6 gramas
Massa após 7 dias de imersão	10 gramas	5 gramas	8 gramas

Fonte: Próprio Autor.

### *Força para quebrar*

No teste 3, de força, realizou-se manualmente a tentativa de ruptura das rolhas ao meio, com a força das mãos de um dos integrantes do grupo que tentou utilizar da mesma força em todos os casos. Nas duas rolhas de aglomerados de cortiça não ocorreu à ruptura, mas a rolha sustentável houve sua quebra com uma pequena facilidade, como mostra a Figura 9. Este fato pode ser atribuído ao selante em sua produção, o que a tornou mais flexível ao ponto de se soltar com a força das mãos. Porém esse resultado não é considerado negativo uma vez que esse teste teria visibilidade maior quando relacionado ao transporte das garrafas, para não haver quebra de rolhas durante o mesmo, fato difícil de acontecer uma vez que os vinhos são transportados como uma embalagem própria, caixas ou demais proteções. De qualquer forma, esse teste não é padronizado e pode não condizer com a verdade uma vez que a força humana aplicada pode ter sido diferente de uma rolha para outra.



**Figura 9** - Ruptura da rolha com a força humana (Fonte: Próprio Autor).

### *Esfarelamento da rolha*

O teste 4, de esfarelamento ou deposição de resíduos de rolha no vinho dentro da garrafa (Figuras 10 e 11), apresentou-se muito significativo para o estudo, uma vez que a rolha de *pallet* apresentou melhor desempenho em relação às rolhas convencionais de mercado fabricadas de cortiça. A Tabela 3 permite observar e comparar a massa perdida durante a aplicação do saca rolha em três rolhas diferentes, fator que interfere diretamente no consumidor final do vinho, uma vez que residual de rolha pode atrapalhar na degustação e apresentação do mesmo.

**Tabela 3** – Resultado do teste de esfarelamento 1.

	<b>Rolha sustentável</b>	<b>Rolha de cortiça (1)</b>	<b>Rolha de cortiça (2)</b>
Massa inicial	9,1904 g	3,0943 g	3,2131 g
Massa após utilização do saca rolha	9,1882 g	3,0899 g	3,2125 g
Massa perdida	0,0022 g	0,0044 g	0,0006 g

Fonte: Próprio Autor.

Em conjunto com o teste realizado com a rolha principal de 13 gramas, efetuou-se em sequência o mesmo teste para as rolhas de 9, 11, 15 gramas, como apresentado na Tabela 4.

**Tabela 4 – Resultado do teste de esfrelamento 2.**

	<b>Rolha sustentável (9 gramas)</b>	<b>Rolha sustentável (11 gramas)</b>	<b>Rolha sustentável (15 gramas)</b>
Massa inicial	8,90 g	8,17 g	12,84 g
Massa após utilização do saca rolha	8,89 g	8,18 g	12,83 g
Massa perdida	0,01 g	0,01 g	0,01 g

Fonte: Próprio Autor.

Utilizando-se do cálculo da porcentagem pode-se ver que a rolha sustentável apresenta uma perda de 0,023% do total da massa inicial, enquanto a de cortiça perde em média 1,6%. Fato que deixa claro que uma rolha de cortiça pode depositar mais material no vinho, incomodando e proporcionando sensação de contaminação para degustadores do mesmo, além de não apresentar um padrão de qualidade neste sentido.

O mesmo teste das rolhas de 9, 11, 15 gramas apresenta uma perda de apenas 0,01 grama em todas, o que comprova a eficiência da rolha sustentável e o padrão de qualidade mesmo com variação da quantidade de selante. Porém observou-se na retirada do saca rolha que as rolhas de 9 e 11 gramas estavam muito secas e fáceis de quebrar, e a de 15 gramas apresentou uma rigidez e dificuldade de retirada da garrafa determinando que essas rolhas estariam reprovadas em comparação ao padrão pré-estabelecido.



**Figura 10 - Demonstrativo de como foi utilizado o saca rolha (Fonte: Próprio Autor).**



**Figura 11** - Rolha sacada da garrafa (Fonte: Próprio Autor).

### *Interferência sabor e odor no vinho*

Para realização deste teste utilizaram-se duas garrafas de vinho iguais e oito voluntários para a degustação do vinho que ficou por 30 dias com a rolha sustentável em posição horizontal em comparação ao vinho que ficou pelo mesmo período e posição com uma rolha comum de aglomerado de cortiça

Deixaram-se os vinhos em cima da mesa (um com rolha sustentável e um com rolha de aglomerado natural), sem identificação clara aos consumidores. Os vinhos foram servidos sem nenhuma identificação que deixasse claro qual foi o com a rolha sustentável. Somente o membro responsável pelo estudo sabia qual era cada um.

Os voluntários realizaram o teste de aroma agitando-se o copo, o teste de coloração foi realizado visualmente e o de degustação foi realizado com o auxílio de um pedaço de pão para intercalar com a troca de copos para não haver interferência no sabor de um para outro. Os voluntários realizaram os testes individualmente e relataram as comparações de forma sigilosa sem que pudesse interferir na opinião do outro voluntário.

A Tabela 5 apresenta as respostas obtidas no estudo comparativo.

**Tabela 5** – Relação do vinho com a rolha sustentável em comparação com vinho com rolha comum.

Voluntário	Odor (Olfato)	Intensidade	Coloração (Visão)	Intensidade	Sabor (Paladar)	Intensidade	Comentário
01	Igual	-	Igual	-	Menos doce	Baixo	-
02	Igual	-	Igual	-	Igual	-	Não perceptível à diferença
03	Igual	-	Igual	-	Mais álcool	Baixo	-
04	Mais álcool	Baixo	Igual	-	Menos ácido	Baixo	Difícil notar diferença

Cont. Tabela 5

Voluntário	Odor (Olfato)	Intensidade	Coloração (Visão)	Intensidade	Sabor (Paladar)	Intensidade	Comentário
05	Mais álcool	Baixo	Igual	-	Mais doce	Baixo	-
06	Menos álcool	Baixo	Igual	-	Menos álcool	Baixo	Preferiu o de rolha sustentável
07	Menos álcool	Baixo	Igual	-	Mais doce	Baixo	-

Fonte: Próprio Autor.

Cinco entre sete voluntários são apenas pessoas que ingerem vinho esporadicamente. Voluntários 01 e 02 possuem conhecimento moderado sobre vinhos. Todos os envolvidos nessa pesquisa relataram que a diferença entre um vinho e outro teve que ser medida de forma bastante crítica uma vez que eles estão muito semelhantes em todos os aspectos. Nesses 30 dias com as garrafas em *standby* nota-se a diferença nas rolhas, apresentadas na Figura 12 onde, da esquerda pra direita, a sustentável seguida da aglomerada comum, apesar deste fato não interferir na vedação da garrafa.



**Figura 12** - Rolhas após 30 dias utilização em garrafa (Fonte: Próprio Autor).

#### *Custo estimado por rolha*

Para estimar o custo de produção, pesaram-se 25 gramas de serragem de *pallet* equivalentes a 5 rolhas de 5 gramas.

Em pesquisa de campo e em empresas consumidoras de *pallet* descobriu-se que uma unidade deste material custa de R\$40,00 a R\$70,00, com esta base, utilizou-se a média (R\$55,00) para realizar os cálculos, sendo cada unidade com um peso total estimado em 42 kg. Lembrando que, dependendo da qualidade apresentada do material, este pode ser doado pela empresa.

Com esses dados então pode-se concluir que com cada *pallet* seria possível fabricar 840 unidades de rolha, uma vez que cada rolha contém 5 gramas do mesmo. A partir de então pode-se calcular, em reais, quanto seria o custo de *pallet* por rolha, o que resultou em aproximadamente R\$ 0,06.

Para os cálculos envolvendo o selante alimentício, realizaram-se uma pesquisa de preço em lojas de artigos para casa e lojas *online* e descobriu-se que cada cartucho, de 310 gramas, custa em média R\$ 32,00. Utilizando-se então deste valor para calcular 13 gramas

para cada rolha, concluiu-se que com um cartucho são fabricadas 24 rolhas, totalizando um custo de R\$1,39 cada unidade.

O custo total de uma rolha totalizará R\$ 1,45 sendo desta o *pallet* comprado, enquanto uma rolha de aglomerado de cortiça custa em média R\$ 0,30. Como este projeto visa à sustentabilidade o *pallet* será doado, e a rolha sustentável terá um custo de R\$ 1,39 cada unidade. Mesmo a rolha sustentável sendo mais cara, ela agrega valores ambientais e sustentáveis, já a rolha convencional não, pois esta utiliza a extração direta de madeiras.

## CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo sobre a criação de uma rolha feita de serragem de *pallet*, originário de descarte em indústria, com a adição de selante de grau alimentício como agente colante, teve como propósito criar um produto que atenda às propriedades de um similar já existente, as rolhas de cortiça, a fim de destinar corretamente os resíduos do material descartado e diminuir a extração de cortiça.

As rolhas seguiram parâmetros de testes usuais e comuns encontrados por consumidores finais dos produtos, além de testes específicos com o selante, que foram capazes de ser feitos em réplicas para confirmação do resultado.

Em questões físicas, comparadas a uma rolha de cortiça aglomerada, como secagem do selante, absorção de água pela rolha, quebra utilizando força humana e simulação de retirada de rolha com a utilização de um saca rolha para notar a quantidade de material que possivelmente poderia cair no vinho, a rolha sustentável apresentou excelentes características. Em mais de um teste ela se mostra ainda melhor que a rolha convencional de cortiça, como pode-se observar nas Tabelas 2 e 3 ou sua equidade na Tabela 4.

No teste principal, de passagem de odor e sabor de ácido acético, madeira e demais odores presentes na rolha sustentável, uma vez que a cura do selante era composta por este ácido de odor característico, para o vinho, obtiveram-se os resultados melhores do que o esperado.

Em relação aos custos para produção e venda desse produto final pode-se notar uma atratividade de preços melhores em rolhas feitas originalmente de cortiça. Uma vez que uma rolha sustentável chega a custar bem mais que a convencional. E esse valor, sem dúvida é o reflexo do preço do selante alimentício testado. A ideia inicial deste trabalho era gerar um novo produto que diminuísse consideravelmente o descarte do *pallet* nas empresas, para que esses se tornem matérias primas de um novo produto, desta forma ele atenderá as empresas preocupadas com o meio ambiente, com o descarte e com a extração exacerbada do sobreiro, árvore que produz a cortiças, independentemente de seu custo final.

Para estudos futuros, pretende-se variar as granulometrias da serragem, marcas e derivados do selante para assim, baratear e tornar ainda mais viável o consumo consciente de materiais reutilizáveis, sustentáveis e diminuir assim o entulho no planeta, que pode ser foco de doença, queimadas e demais poluições que afetam diretamente a vida na Terra.

## REFERÊNCIAS

ABN PALLETS. **Paletes de madeira novos**. 2019. Disponível em: <https://www.abnpaletes.com.br/paletes/madeira-novo.php>. Acesso em: 29 mar. 2019.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Paletes – Terminologia**. NBR8254 de 11/2008.

ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF 2006**: ano base 2005, Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF, Brasília, DF.

AMARAL, D.; FERNANDES, J.; JÁCOME, R.; GOMES, R.; VALENTE, S. **Como se fazem as rolhas?** Relatório do projeto FEUP, out. 2012. Disponível em: [https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd\\_2012\\_13/files/REL\\_1M5\\_01.PDF](https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2012_13/files/REL_1M5_01.PDF). Acesso em: 29 mar. 2019.

AMORIM, C. **Rolha Natural**. Portfólio. Portugal, 2016. Disponível em: <https://www.amorimcork.com/pt/products/catalogue/natural-cork-stopper/>. Acesso em: 29 mar. 2019.

APCOR. **Associação Portuguesa da Cortiça**. Santa Maria de Lamas, Portugal, 2018. Disponível em: [www.apcor.pt](http://www.apcor.pt). Acesso em: 29 mar. 2019.

ARSENAULT, J.W. **Les marchés européens et mondiaux**. Apresentação durante a Montreal Wood Convention 2015. Disponível em: <http://www.quebecwoodexport.com/fr/evenements/307-conferencegranules>. Acesso em: 10 maio 2019.

CUNHA, R. **A história dos pallets no Brasil. São Paulo**. LinkedIn. 2016. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/hist%C3%B3ria-dos-pallets-brasil-ricardo-cunha>. Acesso em: 03 maio 2019.

DOW BRASIL. **Ficha de Dados Técnicos**. Catálogo No. 95-1059-11 B, 2017. Disponível em: <https://consumer.dow.com/pt-br/document-viewer.html?randomVar=4392958768270195824&docPath=/documents/pt-br/productdatasheet/95/95-1059-dowsil-732-multi-purpose-sealant.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2019.

DOW BRASIL. **Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos**. São Paulo, 26 fev. 2018. Disponível em: <https://consumer.dow.com/pt-br/document-viewer.html?docType=SDS&contentType=SDS&materialNumber=3280454&selectedCountry=Brazil&selectedLanguage=Z9&recordNumber=24804582>. Acesso em: 25 abr. 2019.

ENGLER, R. C.; LACERDA, A. C.; GUIMARÃES, L. H. **Análise do ciclo de vida dos paletes: estudo de caso demonstrando a importância do design para a sustentabilidade. Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 12, n. 2, p. 41-52. 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/l.silva/Downloads/110234-Artigo%20\(manuscrito%20de%20submiss%C3%A3o%20ou%20revis%C3%A3o%20com%20texto%20do%20artigo\)-273624-1-10-20171101%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/l.silva/Downloads/110234-Artigo%20(manuscrito%20de%20submiss%C3%A3o%20ou%20revis%C3%A3o%20com%20texto%20do%20artigo)-273624-1-10-20171101%20(1).pdf). Acesso em: 26 set. 2018.

FDA. US FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Food for Human Consumption**. Título 21, Cap. 01, 01 abril de 2019. Disponível em: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=177.2600>. Acesso em: 10 maio 2019.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Pallets for materials handling — Quality of new wooden components for flat pallets**. ISO 18333:2014.

LÍBERO, E. **Rolhas- tipos e características**. Blog Vinho básico. São Paulo, 27 mar. 2015. Disponível em: <http://www.vinhobasico.com/2015/03/27/rolhas-tipos-e-caracteristicas/>. Acesso em: 25 abr. 2019.

LOGWEB. **Paletes de madeira se consolidam em vários segmentos do mercado, superando, inclusive, resistências**. Jundiaí, 15 maio 2012. Disponível em: <http://www.logweb.com.br/paletes-de-madeira-se-consolidam-em-varios-segmentos-do-mercado-superando-inclusive-resistencias/>. Acesso em: 3 maio 2019.

MECALUX. **Paletes de madeira**. Manual Técnico de armazenagem. Hortolândia, 2019. Disponível em: <https://www.mecalux.com.br/manual-de-armazenagem/paletes/paletes-de-madeira>. Acesso em: 3 maio 2019a.

MECALUX. **Como carregar corretamente a mercadoria sobre um palete**. Manual Técnico de armazenagem. Hortolândia, 2019. Disponível em: <https://www.mecalux.com.br/manual-de-armazenagem/paletes/carga-mercadoria>. Acesso em: 3 maio 2019b.

MIWA, M. **Meu vinho veio com defeito**. Revista Adega, 24 dez. 2015. Disponível em: [https://revistaadega.uol.com.br/artigo/os-defeitos-e-os-defeitos-do-vinho\\_436.html](https://revistaadega.uol.com.br/artigo/os-defeitos-e-os-defeitos-do-vinho_436.html). Acesso em: 3 maio 2019.

OBERNBERGER, I.; THEK G. **The pellet handbook**. The production and thermal utilization of biomass pellets. London, Washington DC: Earthscan; 2010.

OELKE, O. J. **Diferenças entre vários modelos**. Artigo Pallets, Vargem Grande Paulista, 05 dez 2009. Disponível em: [http://artigos.netsaber.com.br/resumo\\_artigo\\_23823/artigo\\_sobre\\_pallets---diferencas-entre-varios-modelos](http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_23823/artigo_sobre_pallets---diferencas-entre-varios-modelos). Acesso em: 29 mar. 2019.

OLIVEIRA, C. **Conheça diferentes tipos de rolhas**. Blog Caminhos e vinhos. 4 jan. 2018. Disponível em: [https://www.caminhosevinhos.com/conheca-diferentes-tipos-de-rolhas/#Conheca\\_diferentes\\_tipos\\_de\\_rolhas](https://www.caminhosevinhos.com/conheca-diferentes-tipos-de-rolhas/#Conheca_diferentes_tipos_de_rolhas). Acesso em: 25 abr. 2019.

ORTIZ, J. P.; SELLITTO, M. A. **Redução de resíduos sólidos na indústria: o caso dos paletes em uma empresa metal-mecânica**. Revista Liberato, Novo Hamburgo, vol. 14, n. 21, p. 01-112, jan./jun. 2013.

PEREIRA, C.; GIL, L. **O Problema do Odor a Mofa nas Rolhas de Cortiça e Processos para a sua Redução/Eliminação**. Silva Lusitana, vol. 14, n. 1, p. 101-111, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/slu/v14n1/v14n1a08.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2019.

PORTOBELLO. **Recuperação de paletes e a importância para o meio ambiente**. Tijucas – SC, 26 fev. 2018. Disponível em: <http://www.portobello.com.br/sustentabilidade/2018/02/26/recuperacao-de-paletes-e-a-importancia-para-o-meio-ambiente/>. Acesso em: 3 maio 2019.

---

QUÉNO, L. R. M. **Produção de Pellets de Madeira no Brasil: Estratégia, Custo e Risco do Investimento.** Tese de Doutorado em Engenharia Florestal, Publicação PPG EFL. DM-132/09, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 145p, 30 set. 2015.

ROSEIRA, R. **Cheira rolhas - por que cheirar a rolha dos vinhos?** Blog terroris. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.terroirs.com.br/degustacao-de-vinhos/cheira-rolha-por-que-cheirar-a-rolha-dos-vinhos/>. Acesso em: 3 maio 2019.

VINES. **Conhecendo o vinho.** Blog Vines Online. Mairiporã, 6 mar. 2016. Disponível em <https://vinesonlineblog.com/2019/03/06/conhecendo-o-vinho-qual-e-a-melhor-rolha/> Acesso em: 3 maio 2019.

WIHERSAARI M, AGAR D, KALLIO M. **Scenario analysis of fuel-pellet production –the influence of torrefaction on material flows and energy balances.** Uppsala, Sweden; 23–24 September 2009. Disponível em: <http://www.innovawood.com/Portals/0/documents/Margareta%20Wiheraari.pdf> . Acesso em: 11 maio 2019.

Publicado em 27/08/2020